nature
الطبعة العربية
الدوريـة الشهـرية العالميـة للعـلـوم



# ذَرَّةُ الكَمِّ

مئة عام بعد نموذج «بور» صفحة 44

الطب التجديدي

## خلايا جذعيّة بشريّة مولّدة بالاستنساخ

اختراق يفتتح ساحة المواجهة بخطوط خلايا الراشدين المُسْتَحَثّة

صفحة 22

النشر العلمي

## 6 إشارات للارتياب في عمل بحثي

كيف نتعرف على الأوراق البحثية قبل الإكلينيكية، التي لا تتماسك بياناتها

صفحة 41

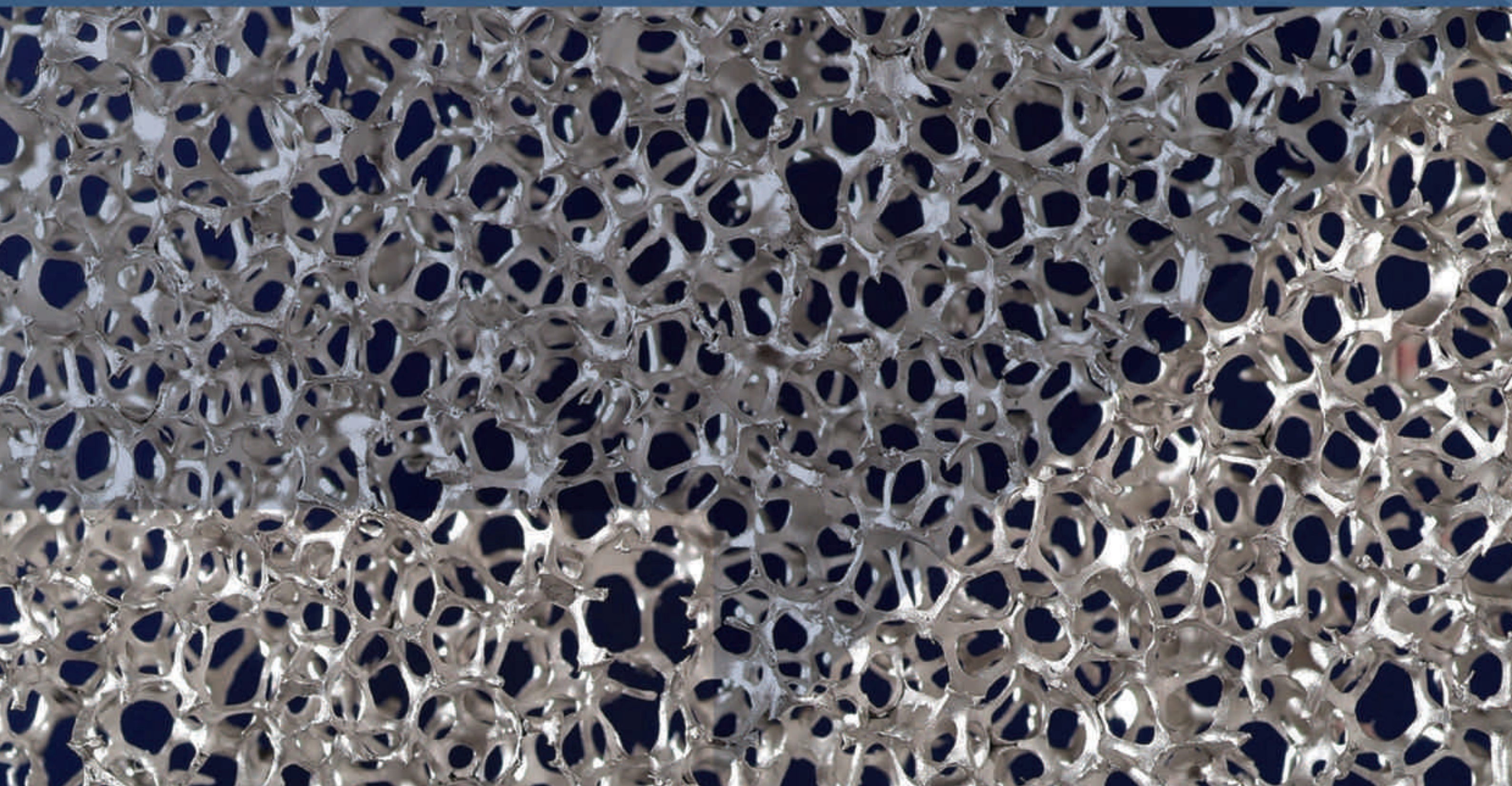
علم المعادن

## إنتاج الحديد بالكهرباء

تحويل سائل أكسيد الحديد إلى حديد وأكسجين صار وَشِيكًا

صفحة 57

ARABICEDITION.NATURE.COM
يوليو 2013 / السنة الأولى / العدد 10
ISSN 977-2314-55003



# nature

يوليو 2013 / السنة الأولى / العدد 10

## فريق التحرير

**رئيس التحرير:** مجدي سعيد
**نائب رئيس التحرير:** كريم الدجوي
**مدير التحرير والتدقيق اللغوي:** محسن بيومي
**محرر:** نهى هندي
**مساعد التحرير:** ياسمين أمين
**المدير الفني:** محمد عاشور
**مصمم جرافيك:** عمرو رحمه
**مسئول البحث الفوتوغرافي:** يارا عبد الرحمن
**مستشار التحرير:** أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
**مستشار الترجمة:** أ.د. علي الشنقيطي
**التدقيق العلمي:** د. مازن النجار
**اشترك في هذا العدد:** أبو الحجاج محمد بشير، أمل علي، باتر وردم، تسنيم الرشايدة، رضوان عبد العال، رنا زيتون، ريهام الخولي، سعيد يس، سليمان بركة، طارق قابيل، عائشة هيب، عاطف عبد العظيم، عمرو سعد، عمرو شكر، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، محمد صبري يوسف، مصطفى حجازي، مها زاهر، ناصر ريحان، نسيبة داود، نهى خالد، هدى رضوان، هشام سليمان، هويدا عماد، وائل حمزة، وليد خطاب.

## مسؤولو النشر

**المدير العام:** ستيفن إينشكوم
**المدير العام الإقليمي:** ديفيد سوينبانكس
**المدير المساعد لـ MSC:** نيك كامبيل
**الناشر في الشرق الأوسط:** كارل باز
**مدير النشر:** أماني شوقي

## عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

**مدير تطوير الأعمال:** جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
**الرعاة الرسميون:** مدينة الملك عبد العزيز
للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

## التسويق والاشتراكات

**التسويق:** عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، المملكة المتحدة.

## NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

## للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

**Macmillan Egypt Ltd.**
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

**Macmillan Dubai Office**
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030




# رسالة رئيس التحرير

## آيات الآفاق.. التي ما زلنا في انتظارها

هل اقتربنا في العلوم الكونيّة أو علوم الآفاق من الوصول إلى منتهى العِلْم؟ أم لا زال الطريق أمامنا طويلًا؟ ما نقدمه في هذا العدد العاشر من الطبعة العربية يقول لنا ـ بكل وضوح ـ إن «ما لا نعلم» لا زال أكثر مما نعلم، وهو ما يستحث جهود السير والنظر، وشحذ حساسية الحواس، وفعالية العقل، ودقة القلم؛ لِخَوْض الآفاق الرحبة لما لا نعلم:

«اِقْرَأْ وَرَبُّكَ الأَكْرَمُ.. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ.. عَلَّمَ الإنْسانَ ما لَمْ يَعْلَم».

ففي قسم (أخبار في دائرة الضوء)، نطالع تقريرًا حول اكتشاف ديل فريل وفريقه لنجم مغناطيسي عند ثقب أسود عملاق، حيث «كان فريل ـ المسؤول عن مجموعة المراصد الكبرى (VLA)، المكوَّنة من تليسكوبات راديو، قرب سوكورو في نيومكسيكو ـ قد رأى تقريرًا مؤخرًا عن وَهَجٍ دام طويلًا، يَصْدُر عن مركز مجرّة درب التّبانة، حيث مأوى ثقب أسود هائل الكتلة، يدعى "القوس"، كان الفلكيُّون يظنون أن الوهج ربما يكون علامة على سحابة غاز كانوا يتعقّبونها.. وفي غضون ساعات من رؤية التقرير، كان قد وَجَّهَ أطباق مجموعة تليسكوبات الراديو صوب المشهد.. (ليكتشف) أنّ الوَهَج كان قادمًا من نجم مغناطيسي، وهو نوع من النجوم النابضة عالية التمغنط، أو نجم نيوتروني دَوَّار».

وفي قسم (تحقيقات)، نطالع تقريرًا مطوَّلًا، كتبه رون كاون، بعنوان «فجر الكون»، يتناول فيه الأرصاد التي جرت منذ أنْ اكتشف جارث إيلينجورث وفريقه ـ الذين كانوا يدقِّقون ويمسحون مئات الصور التي تصف مجرات خافتة، كانت قد التُقطت بكاميرا الأشعة تحت الحمراء المثبَّتة مؤخرًا بتليسكوب هابل ـ أكثر من 20 مجرّة، تعود إلى زمن تشكيل المجرات، منذ حوالي 13 مليار سنة، عندما كان عُمْر الكون يتراوح بين 600 و800 مليون سنة فقط. ومنذ ذلك الحين.. أجرى باحثون آخرون أرصادًا ومشاهدات أخرى لرقعة السماء الصغيرة نفسها، المسماة «مجال هابل فائق العمق (HUDF)»، وأربع مناطق أخرى أوسع؛ فاتسعت قائمتهم الأولية لحوالي 1400 مجرة حديثة النشأة من الحقبة نفسها.

وفي هذا العدد أيضًا نقدم بعضًا من الملف الذي نُشر بالطبعة الدولية من «نيتشر» في عدد 6 يونيو 2013، بعنوان «ذَرَّة الكَمّ»، وهو الملف الذي يبحث في تطوُّر عِلْم (فيزياء الكَمّ) منذ مئة عام.

ففي مقاله «الطريق إلى ذَرَّة الكَمّ»، يسرد لنا جون هيلبرون الرحلةَ التي أدَّت بنيلز بور إلى مدارات الإلكترون الكَمِّيَّة منذ عام 1911، وهو العام الذي انطلق فيه الفيزيائي الدنماركي إلى إنجلترا؛ ليبدأ دراسات ما بعد الدكتوراة، ثم ليذهب في فبراير من عام 1912 إلى جامعة فيكتوريا بمانشستر في المملكة المتحدة؛ ليعكف هناك على مهمة عن الإشعاع في معمل إرنست روذرفورد، ثم ليقوم في عام 1913 بنشر ورقته المكوَّنة من ثلاثة أجزاء عن الذَّرَّات والجزيئات في المجلة الفلسفيّة «*Philosophical Magazine*»المطبوعة في لندن بين يوليو ونوفمبر من عام 1913. الجزءان (الثاني والثالث) اللذان يبحثان في الترتيب الدوري للعناصر والترابط الجزيئي يَدِين فيهما بور بوضوح لثومسون. إنهما وحدهما لم يَكُونا ليجذبا الانتباه، أو يشكِّلا ثورةً. أما ما جعل من ثلاثية بور عملًا تاريخيًّا، فهو الجزء الأول منها، الخاص بطيف الهيدروجين، وهي المسألة التي لم يعكف عليها بور، إلا بدءًا من فبراير 1913. وإذا كان نموذج نيلز بور لبِنْيَة الذَّرَّة قد أثار سؤالًا حول الحجم الذي يمكن أن تصل إليه الذرة، فإننا ـ وبعد مرور مئة عام ـ لا نزال نواجه السؤالَ نفسه مطروحًا، حيث يناقش فيزيائيّان، هما بول إنديليكاتو، وألكساندر كاربوف، الحدودَ النظرية لأحجام الذَّرَّة والنواة، وذلك في منتدى الفيزياء النظرية، المنشور في قسم (أنباء وآراء)، تحت عنوان «تقدير حجم الذَّرَّة».

وفي القسم نفسه يعرض ديريك فريه إمكانية «إنتاج الحديد بالكهرباء»، حيث لا يزال العلماء يراودهم إلى اليوم حُلم تحويل سائل أكسيد الحديد إلى حديد وأكسجين باستخدام الكهرباء. والتوصل إلى مِصْعَد (قطب موجب) تتحمَّل مادته درجات الحرارة المرتفعة والكيماويات المسببة للتآكل يجعل الحلمَ أقرب، وذلك من خلال الدراسة التي نشرها ألانور وزملاؤه، وقدّموا فيها اكتشافًا، قد يجعل إنتاج الحديد أكثر صداقةً للبيئة، وذلك عبر اختزال خام الحديد باستخدام تيار كهربائي في عملية تُعرَف بـ(التحليل الكهربي).

هذا غَيْض من فَيْض، وقَبَسَات من نور العلم، سُقنا منها مثالين في مجالَي الفلك، والفيزياء على آيات الآفاق.. التي ما زلنا في انتظارها.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

# المحتويات

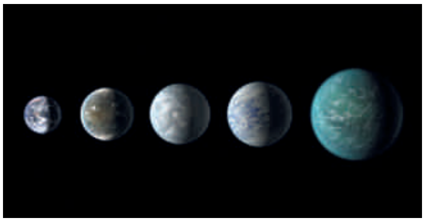
يوليو 2013 / السنة الأولى / العدد 10

## هـذا الشـهـر



لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

## أخبـــار فى دائرة الضـوء










## تعليقات



### كتب وفنون







تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

# المحتويات

يوليو 2013 / السنة الأولى / العدد 10

## أبحــــاث





علم المعادن

**إنتاج الحديــد بالكهربــاء**

التوصُّل إلى قطب موجب يتحمل درجات الحرارة المرتفعة والكيماويات المسبِّبة للتآكل يجعل الحلمَ أقرب إلى الواقع. صفحة 57



على الغلاف

**تقدير حجــم الذَّرَّة**

نِقاش حول الحدود النظرية لأحجام الذَّرَّة والنواة بعد مئة عام من نموذج نيلز بور.
صفحة 64



COVER BY THOMAS POROSTOCKY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

# UPLOAD YOUR MANUSCRIPT

**to** nature publishing group language editing

Premium science and medical editing

Are you looking for a superior service offering language editing? Try NPG Language Editing, a premium quality, English-language editing service provided by Nature Publishing Group.

## Reliability

**5** years since launch




**40%** of customers resubmit

## Study Field

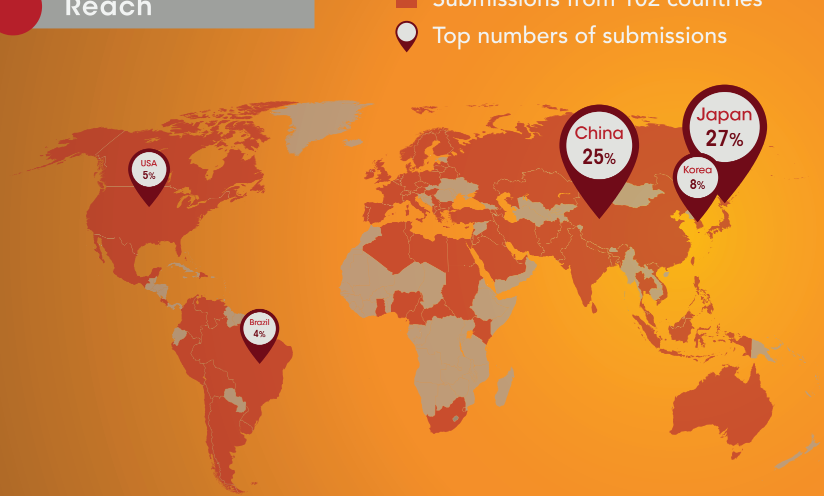
Submissions in **225** different subject categories

## Usage




of submissions so far

## Reach




Visit NPG Language Editing online to upload your manuscript and review the different services on offer.

languageediting.nature.com

QUALITY, RELIABILITY AND FLEXIBILITY AT COMPETITIVE PRICES

nature publishing group npg

# هــــذا الشــــهــــر

## افتتاحيات

**رؤية عالمية** أفكار لامار الخياليّة لتحسين التحكيم العلمي للأبحاث **ص. 10**

**سلوك الحيوان** قرود اللّيمور المُحِبّة للشجر تحفر جُحورًا في الشتاء **ص. 12**



**علوم الأرض** استخدام الأحجار الكريمة لتحديد مواقع اصطدام الصفائح التكتونيّة **ص. 14**

# مــا تَجَــاوَزَتْــه الأحــــداث

بالرغم من العدد البسيط للمتقدمين، إلا أنه يجب الإثناء على جائزة «إكس برايز لعلم الجينوم» لمحاولتها توسيع حدود مجال تكنولوجيا قراءة تسلسل الحمض النووي.

إن ضآلة حجم قائمة المتسابقين المتقدمين لمسابقة «آركون إكس لعلم الجينوم» Archon Genomics X Prize تبيِّن إلى أي مدى وصلت تكنولوجيا التسلسل الجيني، والطريق الذي ما زال عليها المضي فيه. وبحلول الموعد النهائي للتقدم للمسابقة ـ الذي كان في يوم 31 مايو الماضي ـ كان قد التحق بالمسابقة فريقان فقط؛ للتنافس على جائزة قيمتها 10 ملايين دولار، تُمنَح لأول من يضع تسلسل جينوم مئة شخص، تخطت أعمارهم المئة عام خلال 30 يومًا، أو أقل بتكلفة 1000 دولار للجينوم، بشرط ألا تحتوي المتواليات على أكثر من خطأ واحد في المليون، وأن تكون مكتملة بنسبة 98%، وتحتوي على إدخال صحيح للنمط الفردي: تحديد أيّ من الوالدين أسهمَ في كل جزء من الكروموسوم. إنه من غير الممكن حاليًا تنفيذ هذه الأهداف من خلال تقنية واحدة، لكن ذلك لا يفسر قِلّة عدد المتقدمين.

من أسباب عدم اصطفاف عدد أكبر من الفرق للحصول على الجائزة هو أنّ الأمل في ثورة طبية قائمة على علم الجينات لم يَتَوَارَ بسبب أي نقص في البيانات. ستسمع دائمًا الجملة المكررة «نمتلك الآن كمًّا كبيرًا من البيانات، لا نعرف كيف نستفيد به» في مؤتمرات علم الطب الوراثي، مثل مؤتمر الطب الدقيق لمكتب تعليم الطب بجامعة كاليفورنيا لعام 2013، الذي أقيم في الفترة من 2 ـ 3 مايو الماضي في سان فرانسيسكو، أو مؤتمر البيانات الضخمة في الطب الحيوي، الذي انعقد في الفترة من 22 ـ 24 مايو الماضي بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا. إن معرفة كيفية تفسير البيانات الوراثية ـ وبشكل أكثر أهمية.. كيفية إثبات قيمتها للمرضى ولنظم الرعاية الصحية ــ هو التحدي الشديد في علم الجينوم اليوم. فبالفعل، يستطيع الباحثون وضع تسلسل مناطق تشفير البروتين للجينوم بتكلفة أقل من 1000 دولار، لكنْ لن يساعد الحصول على المزيد من البيانات ـ التي لا يمكن تفسيرها حتى الآن ـ في إثبات قيمتها الطبية.

إنّ القراءة والتحليل؛ وفَهْم المغزى من البيانات، بمثابة الجائزة الحقيقية؛ ومن ثم انطلقت سلسلة من التحديات في علم المعلومات الحيوية، تتضمن مسابقة «سيكونس سكويز» Sequence Squeeze، وهي مسابقة لتطوير أفضل خوارزميّة لضغط بيانات التسلسل؛ «الأَسَّمْبِليثون» Assemblathon: لأفضل برنامج لجمع متوالية جينوم من الصفر؛ و«دريم تشالنجز» DREAM Challenges: لتحليل والتنبؤ بالتفاعلات الحيوية بين منتجات الجينات؛ وتحدي «كلاريتي» CLARITY: لقراءة وتفسير الجينوم؛ ومسابقات الاجتماع السنوي «ما وراء الجينوم». ويخطط مايكل شاتز بمختبر كولد سبرينج هاربور بنيويورك ـ الذي أشرف على الكثير من تلك المسابقات ـ لمسابقات أكثر هذا العام، بما فيها مسابقة في كولد سبرينج هاربور في وقت لاحق من الخريف القادم. وتتميز مسابقات المعلومات الحيوية بأنها لا تتطلب بنية تحتية صناعية ماديّة، وبالتالي يمكن اشتراك أصحاب الحلول المحتمَلين من كل أنحاء العالم.

هناك أسباب أخرى وراء صعوبة تسويق مسابقة مؤسسة «إكس برايز» لعلم الجينوم، مقارنة بغيرها من جوائز المؤسسة، وهي أنّ مجال التسلسل الجيني أكثر نضجًا من الصناعات الأخرى التي كانت محل تركيز جوائز المؤسسة الناجحة. وبينما لم تكن هناك صناعة سياحة الفضاء قبل تسابق العشرات من الفرق للحصول على جائزة «أنصاري إكس برايز» Ansari X Prize عام 2004 على سبيل المثال، فإنه يوجد سوق تجاري مزدهر للتسلسل الجيني. ولذا.. فأي شركة تستطيع الإيفاء بالأهداف المحددة التي حددتها الجائزة تمتلك بالفعل ما يساوي أكثر بكثير من 10 ملايين دولار. فقيمة الشركة الرائدة في السوق في مجال التسلسل الجيني حاليًا، «إيلومِنا» بسان دييجو في ولاية كاليفورنيا، تبلغ 8.8 مليار دولار.

ومن غير المرجح أن يقوم أي شخص بمحاولة دخول المسابقة، إلا إذا كان مختبرًا مموَّلًا بشكل جيد، أو شركة كبيرة. وهذا أيضًا يضع تلك المسابقة على جانب آخر من المنافسات الأخرى ــ جائزة «جوجل لونار إكس» Google Lunar X Prize، على سبيل المثال ــ التي تُمَكِّن لفرق المحترفين، أو حتى الهواة، القيام بظهور محترم فيها. وفي المقابل، فإن حركة «اصنعها بنفسك» المزدهرة في مجال الأحياء، لا يمكنها مواجهة تحديات شركات علوم الحياة الكبيرة. إن المحاولة نفسها تقع خارج إمكانيّات بعض شركات التكنولوجيا الحيوية الناشئة، فعلى سبيل المثال.. قامت شركة «أوكسفورد نانوبور» للتكنولوجيا الحيوية، ومقرها المملكة المتحدة، التي تحاول تسويق تكنولوجيا مبشِّرة، بدأتها مجموعة من الباحثين الموقَّرين بالحصول على مِنَح واستثمارات بلغت قيمتها 150 مليون دولار منذ 2008 ، لا يزال عليها أنْ تبين أنّ هذه التكنولوجيا يمكن استخدامها للحصول على تسلسل جيني لجينوم بشري كامل.

> **«الأمل في ثورة طبية قائمة على علم الجينوم لم يَتَوارَ بسبب أي نقص في البيانات».**

هذا لا يعني أن جائزة «إكس برايز» لعلوم الجينوم غير مهمة، بل يجب الإثناء على مؤسسة «إكس برايز» لتطوير التحدي، الذي تم وضعه في البداية في عام 2006 أثناء تطور المجال. كما أنها قدمت خدمة جليلة بالعمل لمدة عامين مع شركاء آخرين، منهم «نيتشر جينيتيكس» *Nature Genetics*، لوضع خطة تحكيم يمكن من خلالها تقييم نوعية ودقة متوالية الجينوم بشكل مستقل، وتكون على غير دراية بالتكنولوجيا المستخدمة في وضع التسلسل الجيني. تستحق المؤسسة الثناء والمجد لسعيها الحثيث، حتى يتحقق تقدُّم في المجال. ولو كان التاريخ الماضي يمثل أيَّ دليل، فإن علماء الجينوم سيصلون إلى هذا الهدف أسرع مما يبدو ممكنًا الآن. ■

# سُــلْطَـــة أخـلاقيّـة

لا بد أنْ يُرَى البحث العلمي على أنه عرضةٌ للمحاسبة، حتى لو كان ذلك يعني التمسُّك بمراجعات مكرَّرة، وغير لازمة.

يجب على العلماء أن يتعاملوا مع القواعد والبيروقراطية، بالرغم من شكواهم المتكررة بأنّ مثل تلك العمليات تخنق أعمالهم وتعطِّلها. ولعل أكثر الباحثين الأمريكيين شعورًا بضغط الإجراءات الرسمية العقيمة هُم العاملون في مجال العلاج الجيني، فهل الوقت الحالي هو الوقت المناسب لتخفيف هذا العبء؟

يرغب المعهد الأمريكي الطبي في معرفة الإجابة. وقد قام في الأسبوع الأول من شهر يونيو الماضي بالشروع في دراسة للجنة مراقبة، يراها الكثيرون في العلاج الجيني بأنها زائدة عن الحاجة. ربما كانوا على حق، ولكن عندما نتحدث عما يخص الأخلاقيات الطبية، فإنه لايكفي أن يقوم العلماء بفعل الصواب، ولكن لا بد لهم من أن يراهم الجميع يفعلون ذلك.

لقد أُنشئت «اللجنة الاستشارية للحمض النووي الهجين» RAC داخل المعاهد الوطنية للصحة في عام 1974، كَرَدٍّ فعل مباشر للقلق العام حول أخلاقيات وسلامة البحث العلمي الذي يتضمن تركيب سلاسل الحمض النووي داخل المعمل.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وبعد وَضْع الخطوط العامة للبحث العلمي، حصلت اللجنة على سلطة قبول أو رفض التجارب المقترَحة على الإنسان. ومع اتساع المجال، ازداد عدد التجارب التي يجب على اللجنة الاستشارية منحها الضوء الأخضر، بما فيها تلك التجارب التي تقع تحت مظلة العلاج الجيني.

إن المشكلة ـ كما يراها العاملون في مجال العلاج الجيني ـ تكمن في أن الكثير من العقبات التنظيمية الموازية قد ظهرت خلال ذلك الوقت. ولا بد أن توافق إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية على التجارب الإكلينيكية للعلاج الجيني على الإنسان، بالإضافة إلى لجان السلامة البيولوجية، ومجالس المراجعة الخاصة بالمؤسسات.

ومن الطبيعي أن تختلف «اللجنة الاستشارية للحمض النووي الهجين» من وقت إلى آخر مع نتائج المدقِّقين الآخرين، وهو الشيء الذي عندما يحدث، قد تمتد فترات التأخير.

«كَفَى».. كلمة قالتها الجمعية الأمريكية للعلاج الجيني والخلوي في مارس الماضي. وأبلغت المعاهد الوطنية للصحة أنه في العقود الأخيرة أُجريت أكثر من 1000 تجربة إكلينيكية للعلاج الجيني، ولم يقع أسوأ ما يخاف منه العامة، ألا وهو أنْ يؤدي العلاج الجيني إلى إجراء تغييرات في الجينوم البشري، أو إلى إطلاق ميكروبات خارقة معدَّلة وراثيًّا. وأخبرت الجمعية المعاهد الوطنية للصحة أنّ على «اللجنة الاستشارية للحمض النووي الهجين» ألّا تقوم بمراجعة بروتوكولات العلاج الجيني الفردية بعد ذلك، بل يجب عليها ـ بدلاً من ذلك ـ «التعرف على مجالات جديدة من البحث العلمي، التي تتطلب منتدى عامًّا للمناقشة والمراجعة».

ولا يخلو مجال العلاج الجيني من خطر وقوع أحداث سلبية، ولكنْ لم تَدَّعِ اللجنة أبدًا مقدرتها على منع حدوثها. وكان لها ـ بدلاً من ذلك ـ دور رئيس في أنْ يتعلّمَ مجالُ البحث من الإخفاقات.

وقد أقرت «اللجنة الاستشارية للحمض النووي الهجين» بعض القواعد التي تجبر الباحثين على الإبلاغ عن كل الأحداث السلبية والخطيرة التي تجري أثناء تجارب العلاج الجيني، وذلك بعد وفاة المراهق الأمريكي جيسي جلسينجر، جرّاء تجربة بالعلاج الجيني في عام 1999، على سبيل المثال. وعندما أُصيب الأطفال الذين تم شفاؤهم من مرض نقص المناعة المركب الحاد، من خلال العلاج الجيني باللوكيميا في 2001، قامت اللجنة بالتحقيق؛ لمعرفة كيف يمكن أن يكون العلاج الجيني قد أسهَم في المشكلة؛ وأوصت باتخاذ إجراءات؛ لتجنُّب تكرارها.

ويشدد شعور الباحثين بأنّ مراجعة «اللجنة الاستشارية للحمض النووي الهجين» للبروتوكولات لا تخدم أي غرض مهم، ويستاءون من كونهم تحت رحمة سلطة اللجنة في استدعائهم للتحقيق في قضايا تبدو عرضية بالنسبة إلى أبحاثهم.. ولكنه وقت حرج لمناقشة وجوب تخفيض عملية المراجعة العامة للبحث الطبي. لاحِظْ المَشاهد العاصفة لغضب العامة في العقد الماضي حول فشل شركات الأدوية في الإبلاغ عن الآثار الجانبية لعقاقير بعض الأمراض، بدءًا من مرض السكر إلى الاكتئاب (انظر: *Nature* **431**, 122-124; 2004). وبعد إقرار تلك العقاقير بوقت طويل، تم الكشف عن أنّ الرّاعين لهم أحجموا عن ذِكْر معلومات أساسية خاصة بسلامتهم صحيًّا.

**«إنه وقت حَرِج لمناقشة وجوب تخفيض عملية المراجعة العامة للبحث الطبي».**

استمرت التجارب الإكلينيكية للعلاج الجيني بدرجة شفافية استثنائية، مما لعب دورًا أساسيًّا في مساعدة المجال على اكتساب ثقة وقبول العامة. ويجب الاقتداء بمثل هذا الدور في مجالات أخرى من البحث العلمي، بدلاً من القضاء عليه.

وبصرف النظر عن مراجعة اللجنة الاستشارية، فإنّ أيًّا من المراقبة المطلوبة للعلاج الجيني لم تصبح عامة. وتتضمن مراجعة إدارة الأغذية والعقاقير اجتماعات عامة، ولكن تسمح عملية المراقبة الرسمية للمحقِّقين أن يُبْقُوا الكثير من بياناتهم سِرِّيَّة.

ويبقى سؤال مهم.. كيف يمكن الحفاظ على الشفافية التي أتاحتها «اللجنة الاستشارية للحمض النووي الهجين» دون وضع عثرات أمام التقدم؟ ربما يكون هذا هو الوقت المناسب للإقلال من سلطة اللجنة، ولكن سيكون من الحتمي أن يتم هذا في الوقت نفسه الذي يتم فيه الحفاظ على السلطة الأخلاقية للجنة. قد يؤدي هذا الموقف إلى الشعور بثقل العبء، ولكن من دونه، كان من الممكن ألّا يصل هذا المجال إلى ما هو عليه اليوم. ■

# الظِّــــلال الرمـاديّـــة

## إنّ الإفراط في تبسيط العلوم من أجل إرسال رسالة واضحة إلى الجمهور عن الصحة العامة ينطوي على خطورة كبيرة.

مَنْ يدري كم مِنْ قرارٍ باتِّباع نظام غذائي تمّ اتخاذه من قِبَل أناس كثيرين، وأُنهي قبل البدء فيه، بسبب ما جاءت به كاثرين فليجال؟ فقد نَشر فريق من العلماء، بقيادة كاثرين فليجال ـ العالِمة في علم الأوبئة في المركز القومي الأمريكي للإحصاءات الصحية في هياتسفيل بولاية ميريلاند ـ دراسة في 2 يناير 2013، تُشير إلى أن قليلًا من الوزن الزائد قد لا يكون شيئًا سَيِّئًا (K. M. Flegal *et al*. *J*. *Am Med*. *Assoc*. **309**, 71-82; 2013). وأشارت الدراسة ـ والتغطية الإعلامية التي تمت من أجلها ـ إلى أن الأشخاص الذين يوصفون بأنهم «يعانون من زيادة الوزن» يعيشون أطول من أولئك الذين يمكن أن يناسبهم زوج من السراويل «الجينز» بحجم أو حجمين أصغر.

وقد بيَّن تحقيق إخباري في صفحة رقم 428، في عدد 23 مايو من الطبعة الإنجليزية (مترجم ومنشور في هذا العدد العاشر من الطبعة العربية)، أنّ تلك الدراسة لم تكن الكلمةَ الأخيرة في هذا الشأن. فقد اصطفّ المعارضون؛ لانتقاد البحث ونتائجه. قال والتر ويليت رئيس قسم التغذية في كلية هارفارد للصحة العامة في بوسطن، ماساتشوستس ـ للإذاعة الوطنية العامة الأمريكية إن «هذه الدراسة هي ـ في الحقيقة كومة من القمامة، ولا ينبغي لأحد أن يُضَيِّع وقته في قراءتها».

يختلف المنتقدون لفليجال ولآخرين غيرها، الذين ذكروا نتائج مماثلة لما توصَّلت إليه في دراستها، ليس فقط بشأن البيانات المستخدَمة من أجل إعلان هذا الإدعاء، ولكن بسبب الضرر الذي يشعرون بأن تلك المزاعم ستُلْحِقه بجهود الصحة العامة. فمن الأسهل بكثير زيادة الوزن عن فقدانه، ولا يجادل أحدٌ في أنّ كسب المزيد من الوزن، الذي يصبح الشخص بسببه مفرط البدانة، هو أمر سيئ للصحة. ويقول النقاد إن مناقشة تلك النتائج علنًا ـ التي تهدِّد بتقويض الرسالة البسيطة التي تقول إن «الدهون سيئة» ـ ستُرْبِك الأطباء وعامة الناس.

يذهب النقاش إلى ما وراء الآثار الصحية للوزن. ففي الأسبوع الماضي فقط، أصدر معهد الطب في الولايات المتحدة تقريرًا يُهدِّد بإرباك الأطباء وعامّة الناس بشأن مسألة كَمّ (الملح)، الذي يُعَدّ سيئًا لصحة الفرد. والرأي التقليدي يقول إنّ الكثير من الملح مُضِرّ، وإنّ أفضل نهج هو العمل على التقليل والحد من تناوله قدر الإمكان. كما تبيِّن بعض الدراسات أن بعض الناس يفضِّلون تناوُل القليل من الملح في طعامهم. ويرتبط تناول كمية منخفضة من الصوديوم أيضًا بحالات تَرَدِّي الصحة لأُناس بعينهم، مثل أولئك الذين هم في العقد الخامس من العمر وأكثر، وأولئك الذين يعانون من مرض السكري. ومع ذلك، وكما يقول التقرير، ما زالت كثرة الملح في الطعام مُضِرّة بالصحة، حيث إنّ كثرة الملح تزيد من خطر الإصابة بأمراض القلب. والتوصية البسيطة عن الملح ـ للأسف ـ هي أنه يمكن أن يكون جيدًا أو سيئًا للصحة، وهذا يتوقف على: مَنْ هم أولئك الأشخاص الذين سيتناولونه؟

إنّ الشعار السياسي بشأن المشورة في مجال الصحة العامة واضح المقصِد: (لا تبث رسائل مشوّشة). وتُفضِّل وسائل الإعلام وأولئك الذين يحصلون على معلوماتهم من وسائل الإعلام التعاملَ مع الأشياء بنظرة (الأبيض والأسود)، أي الوضوح: العنب الأحمر جيد لك؛ والشوكولاتة سيئة لك. وبالطبع، لا يتعامل العِلْم بمنطق الأبيض والأسود، ومن هنا يأتي الانتقاد الشائع بأن العلماء لا يمكنهم حَسْم أمرهم.. ففي أسبوع، تقول مجموعة إنّ التدريب المفرط إيجابي للصحة، وفي الأسبوع الذي يليه، تقول مجموعة مختلفة من الباحثين عكس ذلك.

يفضِّل العلماء الاعتقاد بأنهم يستطيعون العمل في المساحة الرمادية.. لكن الرسائل البسيطة تكون عادةً مغرية. ففي مجالات الصحة العامة والتغذية، نجد أنّ الفكرة التي تقول إنّ الوزن الزائد قد يُفيد الصحة تُسمَّى (مفارقة البدانة)، أي العبارة المُوهِمَة بأنّ البدانة شيء جيد، على الرغم من أنها لا تُركِّز على السمنة، التي يتفق الجميع على أنها سيئة، ولذلك فهي ليست مفارقة. ويمكن أن تكون هناك رسائل مشوّشة ـ ليست بالأبيض ولا بالأسود، بل رمادية الظلال ـ تشير إلى «مفارقة زيادة الوزن بشكل معتدل». عندما رفض ويليت دراسة فليجال، باعتبارها «كومة من القمامة»، لم تكن (المساحة الرمادية) واضحة حينذاك.

المشكلة مع الرسائل البسيطة، أو التصريحات الحاسمة، هو أنها تميل إلى أن تكون مُطْلَقة، وبالتالي فهي سهلة التزييف. على سبيل المثال.. فإن النهج الذي «استقر» عليه علم الاحترار العالمي ربما كانت بدايته (فكرة جيدة). وفي ظل عدم وجود معارضات لهذا النهج، أو أسئلة مناهِضة.. يظل النهجُ صحيحًا.

من السهل أن نرى لماذا يشتاط أولئك الذين يقضون حياتهم في محاولة تعزيز صحة الآخرين غضبًا عندما يرون حقائق ونتائج مُرَكَّبة ومعقدة ـ تمّ التوصُّل إليها بعد جهد كبير ـ يتم تحجيمها والتقليل من شأنها مِن قِبَل آخرين؛ وصولاً الى نقطة دقيقة تُستخدم لخرق نتائجهم أو رسالتهم. والأمر الأكثر صعوبة ـ من منظور علمي ـ هو أن نتفق على أن هذه النتائج لا ينبغي أن تُنشر وتُناقش علنًا، بجميع ما فيها من عيوب ونواقص، لأنها ببساطة قد تكون ضربًا من عدم اليقين. وقد قال آينشتاين: «اجعل الأمور بسيطة قدر الإمكان، لكن دون إفراط». فالرسائل «الرماديّة»، غير الواضحة، يمكن أن تُسبِّب إرباكًا.. والاعتدال مطلوب في كل شيء، وينبغي أن يشمل أيضًا اللغة التي نستخدمها. ■



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

# معــًا.. نحقـــِّق الازدهـــار

للوصول إلى مستقبل مستدام، يجب علينا دمج الأهداف الاقتصادية والبيئية معًا.

في منتصف العقد الماضي، عندما كان القلق السياسي حول تغيُّر المناخ في أَوْجِهِ، أراد السياسيّون التفاخر بأنهم كسروا الرابط بين النمو الاقتصادي وانبعاثات الغازات الدفيئة. حقيقة الأمر أنهم يفعلون ذلك، مثلما عَكَسَ تأثير الأزمة المالية العالمية والانتعاش المؤقت، حيث تباطأت الانبعاثات بالفعل في بعض الأماكن بشكل مؤقت، لكنهم استأنفوا الآن معدَّلَ زيادة مقلقًا.

ورغم أن هناك دولًا ـ مثل المملكة المتحدة ـ تمكنت بالفعل من تقليل معدَّل التلوث الكربوني، فقد كان هذا نتاج سياسات محددة، مثل التحوُّل من الفحم إلى الغاز؛ لتوليد الكهرباء، وليس علامة أساسية على التحوُّل في السياسات الاقتصادية. إنّ لحماية البيئة تكاليف إضافية، يفضِّل عديد من القادة السياسيين ورجال الأعمال تجنُّبها. وبالرغم من بلاغة ناشطي حملات حماية البيئة، التي ما زالت حقيقة غير مريحة، خاصةً فيما يتعلق بمشكلة المناخ، إلا أنّ انبعاثات الكربون هي السمة المميَّزة لاستخدام الطاقة، فهي طاقة رخيصة ومتاحة، صنعت العالم الحديث.

إنّ العَداء بين حماية الربح وحماية البيئة سوف يستمر، طالما يُنظر إلى الاثنين باعتبارهما مَسْعَيَيْن منفصلين. ورغم أن هناك دلائل تشير إلى أن الناس في الصين بدأوا في تفحُّص مسعى الدولة الأول، وليس الثاني (انظر: *Nature* **497**, 159; 2013)، فإن التنمية الاقتصادية السريعة لدول مثل الصين، والهند، والبرازيل ترفع سقف المخاطر، وتهدِّد إمكانية وجود مستقبل مستدام.

إنّ التنمية هي حقٌّ، بطبيعة الحال. ويَحِق للدول الفقيرة متابعة الطريق إلى الازدهار، وخصوصًا عندما يتم قياس النمو الاقتصادي، من حيث انخفاض معدل وفيات الأطفال، وزيادة فرص الحصول على المياه النظيفة، فضلًا عن الإنتاج الصناعي، ولكنْ من مصلحتنا جميعًا إيجاد وسيلة أكثر استدامة بالنسبة إلى هذه الدول الفقيرة للقيام بذلك.

قد تبدو الأهداف العالمية، والأهداف الدولية، والتعهدات متعددة الأطراف في هذا الميدان جوفاءَ. هناك القليل من الأدلة ـ على سبيل المثال ـ على أن الأهداف الإنمائية للألفية التابعة للأمم المتحدة قد حققت ما سعت إليه. وعندما تنتهي هذه الأهداف في نهاية عام 2015، فهل ينبغي أن يتم تجديدها؟ وإذا كان الأمر كذلك، فبماذا سوف يكون التجديد؟ الجواب على السؤال الأول هو «نعم»، لا لبس فيها. إنّ الهدف هو شيء نسعى جاهدين لتحقيقه، وهو نتيجة أيضًا. وتُحدِّد الأهداف جداول الأعمال، وتوجِّه السياسات. أما السؤال الثاني، فقد نُشِرَ جوابٌ محتمَل عليه على موقع شبكة حلول التنمية المستدامة، التابع للأمم المتحدة (unsdsn.org).

اقترح فريق عمل موقع شبكة حلول التنمية المستدامة عشرة أهداف جديدة للتنمية المستدامة للسنوات الـ15 المقبلة، ومع كل هدف أساسي ثلاثة أهداف جانبية. ورغم غموض بعض المفردات اللغويّة المستخدَمة، وتفاهة بعض الأهداف كما يبدو، إلا أنّ مع استكمال القراءة ستجد أنّ هناك بعض الاقتراحات المستنيرة، بل ستجد بعضًا منها اقتراحات شجاعة؛ مثل «الخَفْض الطَّوْعِي السريع للنسل»؛ لمعالجة الانفجار السكاني، وإصلاح نظم المحاسبة التجارية والنظم الضريبية.

وربما الأمر الأكثر أهميّة هو دمج الأهداف الجانبية للسياسات الاقتصادية والبيئية بطريقة لا تقوم بها حتى الأهداف الإنمائية للألفية. وتنصّ الأهداف على أنه لا معنى لمقياس الاقتصاد الوطني، دون الشعور (كيف تَحَقَّق، وكيف يؤثر على الناس والكوكب). ويمكن للرَّواج الاقتصادي النابع من الناتج المحلي الإجمالي ـ الذي استُخدم لفترة طويلة كمقياس للأداء في أي دولة ـ أنْ يُعَدَّل؛ ليشمل المؤشرات الاجتماعية، ومدى قدرة الدولة على احترام المعايير والمفاهيم البيئية، مثل مفهوم الحدود الكوكبية التي لا ينبغي تجاوزها. هذا وقد كانت مسودة تقرير موقع شبكة حلول التنمية المستدامة التابع للأمم المتحدة قد أتيحت للتعليق عليها حتى يوم 23 مايو الماضي. ■

إعلان

# تطوير عرض الأبحاث العلميّة في «نيتشر»

مع نمو متطلبات عرض البيانات في الأوراق البحثية، ظلت قيود المساحة في دَوْرِيّة «نيتشر» متشددة. وأدّى ذلك إلى إبعاد المزيد من المعلومات الجوهرية المعروضة بشكل غير مناسب إلى أقسام المعلومات التكميلية. وفي أعقاب تخفيفنا للقيود المفروضة على قسم «الأساليب» المنشور على الإنترنت (انظر *Nature* **496**, 398; 2013 )، نقوم الآن بزيادة كبيرة لعدد الأشكال الضرورية المعروضة في الورقة البحثية في نسختها على الإنترنت، ونسخة البي دي إف PDF. وبدءًا من هذا الشهر (يوليو 2013)، ستقدم «نيتشر» مكونًا جديدًا في أوراقها البحثية. وستقوم هذه الفئة الجديدة «البيانات الموسعة»، (انظر: go.nature.com/tp4vu3)، بتزويد القارئ على الإنترنت بوصول فوري لعديد من عناصر العرض (أشكال وجداول) التي كانت مدفونة قبل ذلك في «المعلومات التكميلية» من نسخة البي دي إف. وبدءًا من الآن، سيكون بإمكان معظم الأوراق المرسَلة إلى دَوْرِيّة «نيتشر» الاستفادة من هذا التطوير.

ستتم الإشارة إلى عناصر عرض البيانات الموسعة في النسخة المطبوعة من الورقة البحثية، ولكن لن تتاح إلا على الإنترنت (كما هو الحال في قسم «الأساليب» لدينا). وسيكون الوصول إلى عناصر العرض الفرديّة من البيانات الموسعة سهلاً، من خلال النقر على جزء فرعي في النسخة الإلكترونية للورقة البحثية، ذلك الجزء الذي سيفتح صندوقًا منبثقًا يشتمل على عنصر العرض وتعليقه التفسيري. وبالإضافة إلى ذلك.. سيتم إلحاق عناصر عرض البيانات الموسعة في نهاية نسخة البي دي إف على الإنترنت، بحيث يتوفر كلٌّ من الورقة المطبوعة، وقسم الأساليب الكامل، وقسم البيانات الموسعة في مستند واحد (انظر: go.nature.com/gb5p6r للحصول على تفاصيل تكوين ورقة أبحاث «نيتشر»).

ولن تشتمل البيانات الموسَّعة ـ في العادة ـ على أكثر من عشرة عناصر عرض فردية (أشكال وجداول)، بالإضافة إلى حدود مطبقة على النسخة المطبوعة من الورقة البحثية (التي عادةً ما تكون أربعة عناصر عرض، وخمسة عناصر عرض للخطابات والمقالات على التوالي). هذا.. ونحثّ المؤلفين على دمج أشكال البيانات الموسَّعة المناسبة في أشكال متعددة النِّطاقات (الخانات)؛ من أجل التوافق مع هذه الحدود. ويجب أن يملأ كل بند من بنود العرض صفحةً واحدة، مع وضع تعليقه التفسيري أو حاشيته أسفله مباشرةً بشكل معتاد.

وسوف يتم تحكيم عناصر عرض البيانات الموسَّعة علميًّا، ولكن لن يتم تعديلها بشكل داخلي، مثلما هو الحال مع المعلومات التكميليّة الحالية. وعند الإرسال النهائي، ستقدَّم عناصر عرض البيانات الموسَّعة بالجودة نفسها، الخاصّة بالأشكال في الورقة المطبوعة، وذلك على الرغم من وجود اختلافات في التنسيق (انظر: go.nature.com/zmitgz للحصول على دليل تنسيق كامل).

ويمكن استخدام عناصر عرض البيانات الموسعة؛ لتقديم معلومات جوهريّة ذات صلة بقسم الأساليب.

سيظل قسم المعلومات التكميليّة جزءًا من المحتوى، ينشر على الإنترنت فقط، ويشتمل على المواد ذات الصلة المباشرة باستنتاج الورقة، الذي لا يمكن تضمينه في النسخة المطبوعة، بسبب المساحة، أو الوسيط (مقاطع الفيديو، أو الملفات الصوتية، على سبيل المثال). ومع ذلك.. لن يشتمل هذا القسم على أشكال أو جداول، إلا إذا كان هناك مبرر استثنائيّ (إذا كان تقديم المعلومات في ملف «إكسل» Excel هو التقديم الأمثل، على سبيل المثال).

وبدءًا من هذا الشهر (يوليو 2013)، سيطلب المحرِّرون من المؤلفين ـ الذين تمت دعوتهم لمراجعة أوراقهم بعد أول جولة من التحكيم العلمي ـ أنْ يقوموا بإعادة تنسيق أوراقهم، بحيث تتوافق مع البيانات الموسعة. وبالإضافة إلى ذلك.. سيحدِّد المحرِّرون الأوراق التي يمكن إعادة تنسيقها بسهولة، بحيث تتضمن عناصر عرض البيانات الموسعة، وبالتالي ستتم دعوة المؤلفين لمراجعة أوراقهم؛ وذلك في مراحل تالية في العمليّة التحريريّة (حتى المراجعة النهائية، شاملةً إيّاها). وفي النهاية، سيكون مطلوبًا من جميع المراسلات الجديدة المرسَلة إلى دَوْرِيّة «نيتشر» أن تتوافق مع هذا التنسيق للأوراق البحثية. وستتمثل النتيجة في معيار أعلى من العروض التقديمية للبيانات ضمن نُسَخ الورقة العلمية المنشورة على الإنترنت فقط؛ مما سيكون في صالح قرائنا. ■



# ترويج صورة خيالية للعلوم لا يجدي نفعًا

يعقد عضو الكونجرس الأمريكي، لامار سميث، الآمال على «تحسين» التحكيم العلمي للأبحاث بإضافة مستوى جديد للمساءلة، لكن مشروع قانونه يغالي في المثالية الخياليّة، على حد زعم **دانييل سارويتز.**

عَلَامَ تحصل حين تتداخل صورة خيالية للعلوم مع سياسات متحفِّظة؟ تحصل على مشروع قانون «الأبحاث عالية الجودة»، وهو قانون يتطلب تصديق مدير «المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية» NSF على جودة كل مشروع علمي تموِّله المؤسسة التي تمتلك ميزانية بحثية تصل إلى 5.6 مليار دولار أمريكي.

اقترح القانون الجديد ـ الذي وُضعت خطوطه العريضة في شهر إبريل الماضي ـ لامار سميث (وهو جمهوري من ولاية تكساس)، رئيس مجلس الإدارة الجديد للجنة مجلس النواب للعلوم والفضاء والتكنولوجيا. يقول سميث إنّ هذا القانون «سيضمن الجودة العالية للمشروعات البحثية المموَّلة عن طريق الضرائب، ويكفل المنفعة المباشرة للشعب الأمريكي».

لكن روّاد المجتمع العلمي الأمريكي لهم وجهة نظر مختلفة، حيث يعتقدون أن مشروع القانون هذا غير مناسب، كما يرون أنه يمثل تدخلاً سياسيًّا حزبيًّا في المجال العلمي. وصوَّرت «الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم» على موقعها الإلكتروني مشروع القانون، باعتباره «أحدث وأخطر هجمة على المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية من قِبَل أعضاء الكونجرس الأمريكي من الجمهوريين». وشرحت الجمعية موقفها قائلةً إنّ مشروع القانون "سيحلّ محل التحكيم العلمي في "المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية"، إلى جانب مجموعة من معايير التمويل المختارة من قِبَل الكونجرس الأمريكي". وقد أعرب مجموعة من المسؤولين السابقين في «المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية» عن اعتراضات أخرى في خطابات أُرسلت إلى سميث، وهو ما تضمنته أيضا تصريحات جون هولدرن، المستشار العلمي للرئيس باراك أوباما.

حقيقة الأمر أنّ مشروع القانون لا يُصرِّح أو يُوحِي بأي شيء لاستبدال التحكيم العلمي بأي معايير أخرى. ولا يمنح مشروعُ القانون الكونجرس أي سلطات جديدة على المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية، كما أنه لا يفرض عليها أي مسؤوليات جديدة.

صحيحٌ أنه يتطلب من مدير المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية «المصادقة» على أنّ المشروعات التي تمولها المؤسسة «تخدم مصلحة الولايات المتحدة، من حيث الارتقاء بالصحة الوطنية، أو الرخاء العام، أو رفاهية الشعب الأمريكي»، وأنّ الأبحاث «ذات جودة عالية، وتحقق طفرة في المجال العلمي» وما إلى ذلك.. لكن هذه المتطلبات الغامضة تعيد إلى الأذهان الوعودَ التي يستخدمها العلماء والهيئات الحكومية طوال الوقت لتبرير وجودهم.

والواقع أن إرشادات تقديم المقترحات الخاصة بـ«المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية» تفيد بأن جميع المشروعات العلمية المموَّلة من قِبَل المؤسسة يجب أن تعود «بالنفع على المجتمع، أو ترْقَى بالنتائج المجتمعية المنشودة»، ولا بد أن «تكون قادرة على تطوير الحدود المعرفية الحالية، إنْ لم تحدث طفرة فيها». وعليه، فمن الواضح أن مشروع القانون يُطالب مدير «المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية» بضمان أن المؤسسة تنجز بالفعل ما تدَّعي أنها تقوم به.

بتعبير آخر.. فإن مشروع القانون هذا ليس مجديًا، لكنه ليس بالخطر الجسيم الذي يتهدَّد الحقل العلمي أيضًا. إنه في الواقع يعتبر المناورة الأخيرة في معركة طويلة، هدفها الهيمنة السياسية على الأبحاث العلمية المموَّلة تمويلاً حكوميًّا، وهي المعركة التي بدأت منذ عام 1947 تقريبًا، عندما اعترض الرئيس الأمريكي ترومان على أول مشروع قانون لإنشاء «المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية»؛ لأنه كان يفتقر إلى بنود كافية للمساءلة السياسية.

لقد كانت الحُجَّة الأساسية للمجتمع العلمي وقادته دائمًا أنهم قادرون على ضمان المساءلة بأنفسهم. وعلى أي حال.. فنتائج الأبحاث الأولية غير متوقعة، ولذا.. فعلى السّاسة فقط تمويل الأبحاث العلمية، وإفساح المجال للعلماء؛ كي يتمكنوا من جَعْل العالَم مكانًا أفضل.

إن هذه الأسطورة الساذجة ـ التي لا تخدم سوى نفسها ـ انكشف أمرها مرة أخرى في خطاب بتاريخ 8 مايو الماضي من المسؤولين السابقين بالمؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية إلى سميث؛ فَسَّرُوا فيه أن «تاريخ العلوم والتكنولوجيا أثبت أن الأبحاث الأساسية غالبًا ما تُسْفِر عن إنجازات عظيمة.. لكن من المستحيل التنبؤ أيّ المشروعات (والمجالات العلمية) التي قد تحقق ذلك. وبمرور السنوات، أفضى التمويل الفيدرالي للأبحاث الرئيسة ـ استنادًا إلى تقييم التحكيم العلمي ـ إلى تطويرات واسعة النطاق في مجال الرعاية الصحية، والأمن الوطني، والتنمية الاقتصادية».

من الواضح أن سميث يؤمن بذلك كله. والسّاسة المتحفِّظون عادةً أنصار مخلصون للعلوم الأساسية؛ لأنهم يدركون أن العلم مجالٌ لا يقدِّم حوافز كافية للاستثمار في القطاع الخاص، ولذلك.. يجب على الحكومة أن يكون لها دور. إن ما يفعله سميث هو تذكير للمجتمع العلمي بسلطة الكونجرس، من حيث تحديد الأولويّات العامة للإنفاق البحثي في سياق تعليق الميزانية المستمر، وتذكير المؤسسة الوطنية العلمية الأمريكية بخضوعها لمساءلة لجنته. يقول سميث: «يحافظ مشروع القانون على عملية التحكيم العلمي الحالية، ويطورها عن طريق إضافة مستوى جديد من المساءلة».

> إنّ الادّعاءات المُبالَغ فيها **ليست مضرة** حتى يبدأ الناس في **الإيمان بها.**

وبالتالي، فإن المشكلة التي نحن بصددها ليست أن سميث لا يودّ أن يستوعب رسالة المجتمع العلمي، بل إنه بعد أكثر من 60 عامًا من الادعاءات حول تعذُّر التنبؤ بنتائج العلوم البحتة ومنافعها، التي يصعب اجتنابها، يبدو أنه وغيره من المحافظين أدركوا المسألة؛ وآمنوا بها إيمانًا راسخًا. ولذا.. ليس من المدهش أنه عندما تكون الميزانية محدودة، والتقدم المُحْرَز باتجاه تحقيق عدة أهداف ـ بدايةً من علاج مرض السرطان، حتى إنعاش القاعدة الصناعية للبلاد ـ أبطأ من الوعود المقطوعة، يسعى رئيس مجلس الإدارة (المحافظ الجديد) لترك بصمته عن طريق محاولة تعجيل الأمور. ولا يكمن الخطر الجسيم في أنه سيتدخل في التحكيم العلمي، بل في أنْ يكتشف أنّ واقع العلوم الحقيقي - الذي يتعطل فيه التقدم، وعادةً ما تكون منجزاته تراكمية، حيث إنّ هناك أبحاثًا كثيرة لا تتسم بالابتكار، أو ليست ذات قيمة فعليّة بشكل خاص، وغالبًا ما تكون الترتيبات المؤسسية أهم من التحكيم العلمي، أو تحديد القيمة الاجتماعية للعلوم ـ لا يطابق كثيرًا الصورة التي يروِّجها.

وحتى الآن، لم يُقَدَّم مشروع قانون سميث رسميًّا إلى الكونجرس لمناقشته، وربما كان من الأفضل أن يُنظر إليه باعتباره سهمًا يستهدف المجتمع العلمي، لكن في ظل السنوات القادمة، التي ستشهد تعثرًا للموازنة، فإن المجتمع العلمي بحاجة إلى أن يكون أكثر حسمًا فيما يتعلق بالتصريح برؤية علميّة لا تُعَوِّل على الموازنات المتصاعدة بشكل مستمر، ولا تجد ما يدافع عنها سوى النموذج الخيالي للبحث المحض. إنّ الادعاءات المبالَغ فيها ربما لا تتسبَّب في ضرر واضح، حتى يبدأ الناسُ في الإيمان بها. ■

**دانييل سارويتز** المدير المساعد لاتحاد العلوم والسياسات والنتائج بجامعة ولاية أريزونا، ومقره واشنطن العاصمة.
البريد الإلكتروني: Daniel.sarewitz@asu.edu

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/9fmlq9

## نظرة شخصية على الأحداث



# الدَّفْــع بالطــلاب لِــدراســة العلــوم محــاولةٌ حمقــاء

يرى **كولين ماسيلوين** أن برامج دعم تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات عندما تكون فعّالة، فإنها تفسد سوق العمل. وإذا لم تثبت جدواها، فإنها تكون إهدارًا للمال، وتضييعًا للجهد.

أنفقت الولايات المتحدة الأمريكية أكثر من 3 مليارات دولار في العام الماضي على أكثر من 209 برامج فيدرالية، تهدف إلى جذب الشباب للانخراط في مهن تتعلق بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. كانت جوانب الإنفاق تتماثل في عدد من المبادرات على مستوى المدرسة والطلاب المنتظمين بالجامعات، وما بعد التخرج، وكلها تهدف إلى تشجيع دراسة العلوم والتكنولوجيا، ورفع معايير تعليم العلوم.

نشر «مكتب محاسبة الحكومة في الكونجرس» GAO في يوم 10 إبريل الماضي تقريرًا يطرح بعض الأسئلة المحددة عن سبب تداخل بعض البرامج، وفي اليوم نفسه قدمت إدارة الرئيس باراك أوباما مقترح ميزانية عام 2014 التي تدمج البرامج ببعضها البعض، ولكنها ترفع من سقف التمويل.

والسؤال الذي لم يطرحه أحد هو: هل هذه الأنشطة والمبادرات تفيد بالفعل العلوم والهندسة، أو حتى المجتمع ككل؟. وإجابتي على هذا السؤال هي النفي القاطع.

وإذا نظرنا إلى هذه البرامج، كُلٍّ على حدة، نجد أنها جميعا رائعة ومفيدة، فالحكومات حول العالم تحرص على تنفيذها أشد الحرص، خاصة في الدول التي تبالغ في القلق على قدراتها التنافسية الاقتصادية، مثل المملكة المتحدة، والولايات المتحدة.

وإذا نظرنا إليها معًا، نلحظ أنّ هذه المبادرات التي تخصِّص حوالي 600 دولار لكل طفل في مختلف مراحل التعليم الأمريكي تشكِّل سياسةً حكومية غير حكيمة على الإطلاق، فالتشجيع الحكومي للعمل بالمهن العلمية يُلْحِق ـ في النهاية ـ أشد الضرر بتخصصات العلوم والهندسة، لأنه يضخِّم العرض، ويقلِّل الطلب على العلماء والمهندسين في سوق التوظيف.

لنبدأ مثلًا بالسؤال حول عدم وجود برامج مدعومة من الحكومة لجذب الأطفال إلى مِهَن مثل المحاماة، أو المحاسبة. والإجابة الواضحة هي انتفاء الحاجة إلى ذلك، ويستطيع الطلاب بأنفسهم إدراك المستقبل الواعد في هذين المجالين. ونتيجة ذلك هي اشتداد التنافس على الالتحاق بالكليات لدراسة هذه التخصصات، ولكن في العديد من التخصصات العلمية والهندسية، أصبحت فرص الالتحاق بالكليات والجامعات بغير قيمة بعد عقود من الجهود الحكومية المتواصلة لزيادة جاذبيتها.

ما يحدث هنا ليس بالأمر المعقد.. فإغراء المزيد من الأطفال لدخول التخصصات العلمية والهندسية ـ مثلما تفعل المملكة المتحدة من خلال التلاعب في قواعد تمويل الجامعات؛ لتقدِّم دعمًا أكبر لدراسة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، دون بقية التخصصات ـ يؤدي إلى زيادة أعداد الطلاب الذين يدرسون العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وإغراق السوق بخريجي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ومن ثم تقليل المنافسة على هذه الخدمات؛ وتقليص أجورهم في النهاية، ذلك التقليص الذي يمثِّل الهدف الحقيقي الذي ينشده أنصار برامج تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في الشركات الصناعية، ومؤيِّدوهم.

في حقيقة الأمر، لا تُنفَق المليارات الثلاثة كل عام على ترويج تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، لأن الآباء في الولايات المتحدة يطلبون ذلك. وحسبما أفترض.. لا يسمع السياسيون في الغالب عبارات من المواطنين، مثل «أتمنى لو تتاح لابنتي دراسة العلوم في المدرسة»، كما لا تطلب الجامعات برامج تشجِّع المزيد من الطلاب على دخول أقسام العلوم.

صحيحٌ أن بعض برامج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات الكبيرة ـ خاصة في المؤسسة الأمريكية الوطنية للعلوم ـ مدعومة من كتلة النواب السود في الكونجرس وغيرها من المنظمات في جهد محمود، لكنه لم يكلل بالنجاح حتى الآن لتشجيع ودعم الأقليّات المُهَمَّشة لدراسة العلوم والهندسة.

والدعم الأكبر لتَدَخُّل الحكومة في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يأتي من نفوذ الشركات. فلو أني حصلتُ على دولار كلما وقف رجلُ أعمال لِيَنْتَحِب على الفشل المزعوم لنظام التعليم في إنتاج خريجين مزوَّدين بمهارات العمل في مجالات العلوم والتكنولوجيا؛ لأصبحتُ من الأثرياء.

> التشجيع الحكومي للعمل **بالمهن العلميّة** يلحِق ـ في النهاية ـ أشدَّ الضرر بتخصصات **العلوم والهندسة.**

ودائمًا ما أجد صعوبة في ابتلاع الصورة التي تدَّعِيها هذه الشركات، لأني أرى الخريجين الجدد من أقسام العلوم يتمتعون بقسط وافر من الحماس والمعرفة التقنية. فإذا أرادت الشركات أن تستغل هذا الحماس، فكل المطلوب منها هو إنفاق المال على تقديم برامج التدريب العملية للعلماء والمهندسين الجدد، لكن من السهل على الرابطة الأمريكية للشركات الصناعية، والاتحاد البريطاني للمُصَنِّعين البريطانيين التباكي على المستوى المتردِّي لخريجي التعليم الحكومي في المدارس والجامعات، بدلًا من تقديم أي مبادرة إيجابية وجَادّة.

يؤكد «مكتب محاسبة الحكومة في الكونجرس» في التقرير الذي أصدره عن تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أنه نادرًا ما يتم تقييم (هذه المنظومة المعقدة من البرامج المتداخلة) لتقييم فعاليتها وتأثيرها. وقد اقترحت إدارة أوباما في ميزانية عام 2014 دمج البرامج الحالية في ثلاث وكالات فقط. ويبدو هذا الاقتراح معقولًا للغاية، ولكنه مستبعَد الحدوث في ظل إجراءات التخصيص المالي في الكونجرس، واستحالة نقل موارد مالية من معاهد الصحة الوطنية مثلا إلى معهد «سميثسونيان»، على سبيل المثال.

وبدلًا من استغلال هذه القضية في ألاعيب سياسية، يجدر بإدارة أوباما أن تفحص ما إذا كانت هذه البرامج تكلِّف بالفعل ثلاثة مليارات دولار في ظل سياسات التقشف الحكومي وتقليل الإنفاق، المتَّبَعَة في كل الإدارات الحكومية، أم لا. فالدولة لا تستطيع إدارة سوق العمل، أو حتى التنبؤ به، وجهودها في هذا المضمار محكوم عليها مقدمًا بالفشل. وينبغي أن تركِّز السياسات الحكومية على توجيه النظام التعليمي لتحقيق رغبات الآباء من أبنائهم: ادرس التخصُّص الذي تحبه وترغب في تعلُّمه، سواء أكان الفيزياء الجيولوجية، أم علم المناعة، أم الموسيقى، أم الاستثمار المصرفي. ■

**كولين ماسيلوين** يكتب عن سياسات العلوم من إدنبرة، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: cfmworldview@gmail.com

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/bnawjp

# أضـواء على الأبحـاث
مقتطفات من الأدبيات العلميـة

البصريات

## صور مجسّمة للفقراء

حققت الأفلام ثلاثية الأبعاد نجاحًا كبيرًا في شبابيك التذاكر، لكنّ صناعتها تتطلب معدات باهظة الثمن. وكان باوقنج سن وزملاؤه ـ بجامعة جلاسجو، المملكة المتحدة ـ قد اقترحوا بديلًا أبسط.. فبدلاً من استخدام كاميرات أو أجهزة ليزر لتحقيق تأثير ثلاثي الأبعاد، أضاءوا جسمًا بنمط مربعات سوداء وبيضاء سريع التغيُّر. والتقطت كاشفات البكسل المفرد ـ الموضوعة حول الجسم ـ الضوءَ المنعكس في مختلف الاتجاهات، ثم أعادت خوارزميّةٌ بناءَ صورة ثلاثية الأبعاد من هذه المدخلات البسيطة.

ورغم أن المخطَّط يستغرق عدة دقائق لتصوير جسم ثابت، إلا أنه أرخص من النظم ثلاثية الأبعاد الحالية.

كذلك، يُفترض أنه يعمل على أطوال موجية، كالأشعة تحت الحمراء طويلة الموجات، وهذه ليست في متناول التقنية الراهنة.

***Science*** **340, 844–847 (2013)**

BLACKSMITH INST.



علم الأوبئة

## الاستهانة بعواقب المواقع السَّامّة

تشكِّل مواقع النفايات السامة تهديدًا كبيرًا للصحة، يوازي خطر الملاريا ببعض البلاد النامية. وقد طوَّر كيفن تشاتام ستيفنس وزملاؤه ـ بكلية طب بأيكان بمستشفى جبل سيناء في نيويورك ـ تقييمًا منهجيًّا لمخاطر وأعباء المرض بمواقع النفايات السامة في الهند (في الصورة)، وإندونيسيا، والفلبين.

استخدم الفريق الزيارات الميدانية، واستخراج العينات، والمقابلات، وقاعدة بيانات عالمية لأماكن إلقاء النفايات، لتقدير أنه في عام 2010 واجه 8.6 ملايين شخص مخاطر التعرض للملوثات الصناعية ـ الرصاص، والكروم سداسي التكافؤ بشكل خاص ـ في 373 موقعًا بهذه الدول. وقدّر الباحثون أن التعرض لسموم المواقع التي شملتها الدراسة فقط أدى إلى فقدان أكثر من 800 ألف سنة من الحياة السليمة، تحولت إلى اعتلالات صحية ووفيات بتلك البلاد، وهي إصابات تعادل حوالي نصف إصابات تلوث الهواء، وتتجاوز إصابات الملاريا.

***Environ. Health Perspect.*** **http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206127 (2013)**

علم الأعصاب

## زراعة الخلايا تصدّ نوبات الصرع

إنّ العلاج بالخلايا الجذعية يمكن أن يقلل نوبات الصرع لدى الفئران، حيث كان يُعتقد أن بعض أشكال الصرع سببها الخلايا المختلة وظيفيًّا بمنطقة حُصَين الدماغ. والخلايا المتضررة، تدعى العَصبونات المُتَوَسِّطة المُثَبِّطة، تساعد في تنظيم الدوائر العصبية.

وقد جمع روبرت هنت، وسكوت بارابان وزملاؤهما بجامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو، أسلاف العَصبونات المُثَبِّطة من فئران جنينية، وحقنوها بمناطق الحُصَين لدى فئران بالغة مصابة بالصرع.

ولُوحظ أنّ الخلايا في أدمغة هذه الفئران نضجت؛ لتصبح عَصبونات مُتَوَسِّطة مُثَبِّطة عاملة. وشهدت الفئران التي أجريت لها زراعة الخلايا نوبات صرع أقل من الفئران غير المعالَجة. كما عالجت زراعة الخلايا أيضًا مشكلات سلوكية تنشأ لدى الفئران المصابة بالصرع، كفرط النشاط، وضعف التعلم الحَيِّزي.

***Nature Neurosci.*** **http://dx.doi.org/10.1038/nn.3392 (2013)**

سلوك الحيوان

## قرود مُحِبَّة للشجر تحفر جحورًا في الشتاء

تعيش قردة الليمور (الهوبر) عادة فوق الأشجار، لكن الباحثين اكتشفوا أن نوعين من هذه القرود ـ على الأقل ـ يقومان بالسُّبات في الشتاء تحت الأرض.

فقد اكتشفت مارينا بلانكو وزملاؤها ـ بمركز ليمور بجامعة ديوك، دورهام، نورث كارولينا ـ نوعين من اللِّيمور الشرقي القزم (في الصورة) في غابات تسينجوأريفو المطيرة على ارتفاعات عالية وسط شرق مدغشقر.

وبوضع علامات على 12 من حيوانات الليمور مع مرسل لاسلكي؛ وجد الفريق أن اللِّيمور حفر جحورًا تحت الأرض ليست فيها عدة أشهر بين شهري إبريل، وسبتمبر. وعلى نقيض ذلك.. فاللِّيمور القزم دهني الذيل ـ النوع الآخر الوحيد من الرئيسات المعروف بسباته الشتوي ـ ينام في فجوات بجذوع الأشجار. وقد يساعد اختباء الليمور الشرقي القزم تحت طبقة أوراق عازلة في احتفاظه بدرجة حرارة جسمه ثابتةً وسط تقلبات يومية كبيرة لدرجة حرارة الهواء، تنخفض غالبًا إلى 5 درجات مئوية في موسم البرد.

***Sci. Rep.*** **3, 1768 (2013)**

GEOFF TRINDER/ARDEA.COM



علم المناخ

## أعاصير أكثر لجُزُر هاواي

إنّ تغيُّر المناخ يمكن أن يضاعف عدد الأعاصير المداريّة التي تعصف بجزر هاواي. فقد قام هيرويوكي موراكامي وزملاؤه ـ بمعهد بحوث الأرصاد الجوية في تسوكوبا، اليابان ـ بمحاكاة وتائر الأعاصير المدارية باستخدام عدة إصدارات لنموذج الطقس، وكذلك توقعات احترار سطح البحر. واستخدم الباحثون مخرجات المحاكاة، التي تحققت صحتها بمقارنتها بالمشاهدات الحديثة؛ للتنبؤ بأنّ تواتر الأعاصير التي ستصل إلى جزر هاواي خلال الفترة من 2075 ـ 2099 سيكون ضعف نظيره الذي كان في الفترة من 1979 ـ 2003.

يعود التغيير أساسًا إلى الطريقة التي تنشأ بها الأعاصير قبالة ساحل المكسيك الغربي، ويُتوقع تحركها عبر المحيط الهادئ مع احترار المناخ. ورغم أن العواصف التي سوف تتشكل هناك سوف تكون أقل عددًا، إلا أن كثيرًا منها سوف يأخذ مساره نحو جزر هاواي، وبقوة كافية للوصول إليها.

***Nature Clim. Change* http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1890 (2013)**

TRISTAN LOWE

الهجرات البشرية

## المينويُّون جاءوا من أوروبا

يشير الحمض النووي القديم من بقايا عُثر عليها في كهوف بجزيرة كريت اليونانية إلى أن الحضارة المِينوية (حضارة العصر البرونزي) نشأت من مُزارِعين استقروا بجزيرة كريت منذ آلاف السنين. وهذا يتحدّى نظرية سابقة، تقول إن المينوية ـ المعروفة باعتبارها إحدى ثقافات أوروبا الراقية المبكرة، وذلك من أدواتها الفخارية، ولوحاتها الجدارية الملونة ـ نشأت من لاجئين مصريين.

قام فريق بجامعة واشنطن، سياتل ـ بقيادة جورج ستاماتويّوبولوس ـ بتحليل حمض الميتوكوندريا النووي (mtDNA) من عيِّنات أسنان وعظام 37 فردًا عاشوا بجزيرة كريت منذ ما يقرب من 4,400 إلى 3,700 سنة.

ووجد الباحثون 6 أنماط وراثية مفردة لهذا الحمض النووي، تميِّز المينويِّين، و15 نمطًا مشتركًا مع سكان أوروبيين حاضرين وقدامى، لكنْ لا وجود فيها لخصائص سكان أفريقيين معاصرين. ويقول الباحثون إنّ تأثير شمال أفريقيا على المينويين ربما حدث من خلال التبادل الثقافي.

***Nature Commun.* 4, 1871 (2013)**

للمزيد حول هذا البحث.. انظر: go.nature.com/cscvvy

علم الإحاثة

## فرْز تدفُّق الوميض لحبوب اللقاح الحفريّة

قد يساعد الاستخدام غير التقليدي لتكنولوجيا الفرز علماء الإحاثة على تأريخ رواسب بحيرة. وربما يمكِّن هذا العلماءَ من تركيب البيئات والمناخات الماضية بشكل أفضل.

وحبوب اللقاح ـ التي يمكن استخدامها في التأريخ بالكربون ـ غالبًا ما تكون هي المادة العضوية الوحيدة التي وُجدت بوفرة في رواسب البحيرات. ومع ذلك.. يصعب عزل الحبوب، مما يجعل استخدامها غالبًا في التأريخ بالكربون أمرًا غير عملي. وبدورهم، أعَدّ ريتشارد جونز وزملاؤه ـ بجامعة إكستر، المملكة المتحدة ـ تقنيةً للطب الحيوي، معروفة باسم «القياس الخلوي للتدفق»، صَنَّفَت الخلايا الموسومة على أساس الكيفية التي يتألق ويتشتت بها الضوء.

وحبوب اللقاح فلوريّة بطبيعة الحال، وهكذا يمكن تمييزها عن الملوثات بالحجم والشكل. وفي أربع ساعات فقط، جمعت التقنية 2.75 مليون من الحبوب الحفريّة، وهو عدد كبير، يكفي لتأريخ عيِّنة.

***J. Quart. Sci.* 28, 229–236 (2013)**

الفيزياء التطبيقية

## ضوء أبيض رخيص ومَرِن

هناك أسلاك نانوية من الفضة توفِّر وسيلةً لحل مشكلتين تواجهان صناعة الثنائيّات الباعثة للضوء (LEDs)، إذْ غالبًا ما تُصنع الثنائيات الباعثة للضوء من مواد غير عضوية. وتكون تلك المواد ـ المستنِدة إلى المواد العضوية ـ أرَقّ، وأخفّ وزنًا، وأقل تكلفةً في صناعاتها، وأكثر سهولة في نشرها على أسطح كبيرة مرنة، لكنّ الضوء الأبيض الذي ينتج عنها ليس متجانسًا بجميع الزوايا، والثنائيات الباعثة العضوية الحالية تتلف بسبب تصلُّب الأقطاب.. فهي غير متوافقة مع التصنيع المرن، وتُصنع من إنديوم أكسيد القصدير، وهي مادة تشحّ بشكل متزايد.

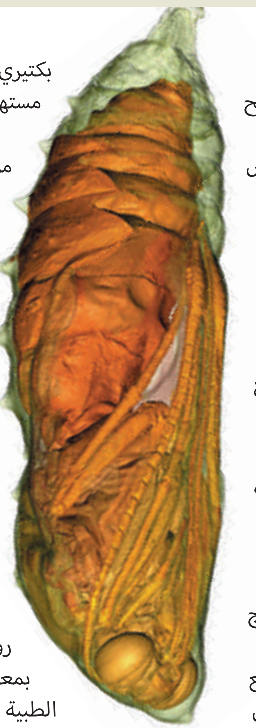
وقد صنعَ ويتي جينور وزملاؤه ـ بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا ـ أقطابًا كهربائية بديلة باستخدام أسلاك الفضة النانوية المغطاة ببلاستيك شفاف. وهذه تنتج ضوءًا أبيض متوازنًا بجميع الزوايا، وأكثر ملاءمةً لتصنيع الثنائيات الباعثة للضوء على أسطح بلاستيكية مرنة.

***Adv. Mater.* http://dx.doi.org/10.1002/adma.201300923 (2013)**

النماذج الحيوانية

## طفرات فأر مضاعفة

الحيوانات التي تحمل طفرات بجينات متعددة يمكن تعديلها وراثيًّا في خطوة واحدة بمساعدة بروتين بكتيري، وحمض نووي ريبي مستهدف.



إنّ عملية إدخال عدد من الطفرات لفأر مملّة عادة، وتستغرق وقتًا طويلًا. وقد أحدث الباحثون تغييرًا وراثيًّا بخلايا جذعية جنينية، وزرعوها في أجنة، وزرعوا هذه في أمهات (بديلات) حاضِنات. وكانت النتيجة أنّ الذُّرِّيَّة الناتجة تناسلت لأجيال.

ونجحت مجموعة بقيادة رودولف جاينش ـ بمعهد وايتهيد للأبحاث الطبية الحيوية، كمبريدج، ماساتشوستس ـ في صنع تغيُّرات وراثية عديدة في آنٍ واحد باستخدام نظام بكتيري، يدعى CRISPR/Cas، يعمل عادةً على تدمير الفيروسات. وسمحت التقنية للباحثين باستهداف نسختي عدد من الجينات في الخلايا الجذعية الجنينية، والتلاعب بجينات البويضات المخصبة. يقول الباحثون إن هذا الأسلوب يسمح للباحثين بتخليق فأر يملك مجموعة طفرات في أشْهُرٍ، بدلاً من سنوات.

***Cell* 153, 910–918 (2013)**

## اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

علوم الأرض

## الأشعة الكونية تُظْهر كيفية تحرُّك الجلاميد

الأكثر قراءة على www.wiley.com في مارس 2013

تكشف النظائرُ النادرة التي تولِّدها الأشعة الكونية عن توقيت الأحداث، كالفيضانات العارمة، وتدفُّق الحطام الصخري. ويمكن لتحليل تركيزات النظائر أن يساعد الباحثين في تقدير عمر صخرة.. ذلك الأسلوب المعروف باسم (التأريخ بالأشعة الكونية). وقد توسَّع بنجامين ماكيه، ومايكل لامب ـ من معهد تكنولوجيا كاليفورنيا، باسادينا ـ في استخدام هذه التقنية؛ لإظهار كيف تتحرك الصخور وتتآكل؛ فقاما ببناء نموذج لتراكم هذه النظائر في الجلاميد؛ ووجدوا أن توزيع النظائر قرب السطح يشير إلى عدد مرات نقل الصخرة التي تزيد عن المتر حجمًا. ولأنه غالبًا ما تُستخدم الجلاميد لتأريخ تضاريس الأرض، توفِّر مثل هذه المعلومات أدلةً حول الظواهر الجيولوجية، وخلق تضاريس، كالأنهار الجليدية، والسواحل.

***J. Geophys. Res. Earth Surf.* 118, 184–197 (2013)**



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الجينوم

## فك شفرة ميكروب المجاعة الأيرلندية

تمكّن باحثون من فك متتابعات جينوم الكائن المجهري الذي دمّر محصول البطاطس الأيرلندي في أربعينات القرن التاسع عشر، وهو أول مُمْرِض نباتي تاريخي يتم فك شفرته.

واستطاع كينتارو يوشيدا وزملاؤه ـ بمختبر سينزبري في نوريتش، المملكة المتحدة ـ تحديد سلالة «فَيتوفثورا إنفيستانس» ـ الذي يسبب اللفحة المتأخرة في البطاطس ـ من أوراق مجففة من القرن التاسع عشر.

وقام الباحثون بفك متتابعات الحمض النووي من 11 عينة تاريخية، تم تخزينها في المعشبة (مكان تخزين الأعشاب المجففة بطريقة نظامية)، ومن 15 سلالة حديثة لـ«فيتوفثورا إنفيستانس». وسلالة المجاعة مرتبطة ارتباطاً وثيقًا بسلالة أخرى، لا تزال سائدة في أنحاء العالم. ويرجِّح الباحثون أن السلالتين تباينتا في أوائل القرن التاسع عشر. وقد تكون سلالة المجاعة الآن منقرضة، حسب رأي الباحثين.

***eLIFE* http://dx.doi.org/10.7554/elife.00731 (2013)**

للمزيد حول هذا البحث، انظر: go.nature.com/qg2aov

علم الحيوان

## خَوْض البحر والسماء بتكلفة

ربما كانت الطاقة اللازمة لاستخدام الأجنحة للطيران والسباحة والغوص قد حرمت طيور البطريق من التحليق.

ومؤخرًا، قام كايل إليوت ـ بجامعة مانيتوبا، وينيبج، كندا ـ وروبرت ريكليفس ـ بجامعة ميسوري، سانت لويس ـ وزملاؤهما بإرفاق مُسَجِّلات بيانات لنوعين من الطيور الغواصة: 41 طائرًا من طيور المور سميكة المنقار، و22 طائرًا من طيور الغاق البحري. ثم حقن الباحثون بعد ذلك الطيور بماء مُعلَّم بالنظائر المُشِعَّة، أتاح لهم تقدير معدلات أيض هذه المخلوقات. واستخدم الباحثون البيانات من المسجِّلات عن عمق ودرجة حرارة الغوص، وطول فترات الطيران؛ لبناء نموذج لتكاليف الطاقة اللازمة لهذه الأنشطة.

سجّل كلا النوعين من الطيور أعلى استخدام للطاقة في الطيران بين الفقاريات، وتجاوزت تكاليف طاقة غوصهما طيور البطريق. وهذا يرجِّح أن التكيُّف للغوص أَضَرَّ بالطيران، وأن تكيُّف الجناحين لتحقيق أفضل غَوْص يجعل الطيران مستحيلاً.

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1304838110 (2013)**



علوم الأرض

## أحجار كريمة من الأعماق

يمكن استخدام أحجار اليشم والياقوت الكريمة لتحديد المواقع القديمة لاصطدام الصفائح التكتونية.

وقد اقترح روبرت ستيرن وزملاؤه ـ بجامعة تكساس، دالاس ـ أنّ هاتين المادتين يمكن تسميتهما «أحجار الصفائح التكتونية الكريمة». وجيدايتايت Jadeitite، هو أحد أشكال اليشم، يتكون حيث تغوص صفيحة تكتونية تحت أخرى. والسوائل التي ترتفع من اللوح الغاطس لقشرة المحيط تتكثف لتشكل أحجارًا كريمة (تم تصويرها في قناع أولمك من جنوبي المكسيك). وفي المقابل، يتكون الياقوت حيث تتصادم القشرة القاريّة الغنية بالألومنيوم، كما بجنوب شرق آسيا.

وينبغي تقدير هذه الأحجار.. ليس فقط لجمالها، بل أيضًا لما تكشفه عن خلفيتها التكتونية، حسب قول الباحثين.

***Geology* http://dx.doi.org/10.1130/G34204.1 (2013)**

علم الأعصاب

## آلية تنقيب النحل

يحدد نحل العسل توجهه باستخدام مسارات جزيئية تماثل ما تستخدمه فقاريات كثيرة. وقد استطاع جين روبنسون، وكلوديا لوتز ـ بجامعة إلينوي، أورباناشامبين ـ تحديد بروتين في نحل العسل (إيبس مليفيرا)، مماثِل لعامل النسخ Egr1، الذي عُبِّر عنه في أدمغة الفقاريات، كالقوارض، خلال استكشاف بيئات جديدة.

ويزداد إفراز بروتين Egr فقط في مناطق بدماغ النحل، تسمَّى سُوَيقة الجِسْم mushroom bodies ـ حيث تدمج المدخلات الحسية وتعالج الذكريات ـ خلال تعلُّم النحل تحديد اتجاهه بمحيط غير مألوف. كان هذا واقعًا حقيقيًّا لدى النحل الصغير، الذي لم يترك الخلية من قبل، والنحل الكبير الذي يسعى لجمع الغذاء، والذي وُضِعَ في بيئة جديدة. يقول المؤلفون إن النتائج تبرهن على الحفظ التطوري العميق للمسارات الجزيئية المتعلقة ببروتين Egr في التعلُّم المعتمِد على الخبرة.

**J. Exp. Biol. 216, 2031–2038 (2013)**

PETER HORREE/ALAMY

الجينوم

## فك متتابعات بطريقة طلقة المدفع

تقنيات متعددة سمحت للباحثين بتجميع الجينوم عالي التكرار لشجرة الراتينج الأبيض *Picea glauca* (الصورة)، وهو أحد أكبر الجينومات التي تم تجميعها .

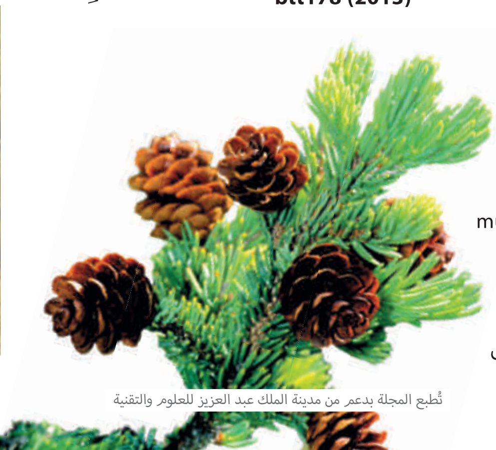
وشأنها في ذلك شأن شجرة الراتينج النرويجي *Picea abies*، تضم مسودة الجينوم أكثر من 20 مليار زوج من القواعد، أي أكبر من الجينوم البشري بعدة مرات.

وقد قام إينانك بيرول وزملاؤه ـ بمركز علوم الجينوم في فانكوفر، كندا ـ بتعديل برمجيات تجارية؛ لقراءة مقاطع أطول من الحمض النووي. واستخدم الباحثون أيضًا برامج تعتمد على الحوسبة المتوازية للتداخل بين قطع الحمض النووي؛ لتحديد مساحات أكبر من المتتابعات.

وأتاحت الاستراتيجيات المُجَمَّعَة للفريق بتجميع جينوم من قطع بمتوسط طول يتجاوز 20 ألف زوج من القواعد. يقول الباحثون إن تجميع بيانات فك المتتابعات بطريقة طلقة المدفع من الصفر يمكن أن تكون فعالة من حيث التكلفة، حتى بالنسبة إلى جينوم عملاق.

***Bioinformatics* http://dx.doi.org/10.1093/bioinformatics/btt178 (2013)**

WAYNE LYNCH/ALL CANADA PHOTOS/CORBIS



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الكيمياء الفيزيائية

## كريات مرصوصة على شكل مربع

يمكن لكريات صغيرة مبعثرة في سوائل أن تتراص في مصفوفات مربعة، وهو ترتيب غير عادي لأجسام طافية.

والجسيمات على حدود السائل ـ مثل الفقاعات على سطح المشروبات الغازية ـ عادةً ما تتجمع معًا في أشكال سداسية، توفر المساحة لتقليل الاختلال في التوتر السطحي للسائل. ومؤخرًا، ابتكر جاسبر ڤان دير جوشت وزملاؤه ـ بجامعة فاجنينجن بهولندا ـ ترتيبًا تجريبيًّا لاستكشاف ما يمكن أن يحدث، إذا كانت حدود السائل منحنية. وضع الباحثون قطرات من الزيت على شريحة زجاجية، وأضافوا طبقة من الماء، ووضعوا أعلاها حَبّات من البلاستيك بحجم ميكرومتري. وتجمعت الكريات عناقيدَ في السطح (البيني) بين الزيت والماء.

واستطاع الفريق التحكم في انحناء السطح البيني من خلال تغيير طريقة التصاق قطرات الزيت بالزجاج، وأمكنهم توليد قوى؛ لجعل الحَبّات تتجمع في شكل مربعات.

***Proc. Natl Acad. Sci.* http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1222196110 (2013)**

علم الأعصاب

## مغازلة الهيستون

يرتبط اقتران زوج من فئران الحقول أُحاديّة الشريك (ميكروتوس أوكروجاستر، الصورة) بالتعديلات الكيميائية للبروتينات الضَّامَّة للحمض النووي في أدمغة الحيوانات.

دَرَس وانج زويوكسين ومحمد القباج وفريقهما ـ بجامعة ولاية فلوريدا في تالاهاسي ـ الكيمياء العصبية لأدمغة الإناث لدى تفاعلها مع الذكور. وركّز الباحثون على إنزيمات تنسق العلامات اللاجينية epigenetic (المتصلة بتعديل التعبير الجيني مستقلًا عن تتابع الحمض النووي) في الهيستون. وهذه الإنزيمات مجمعات بروتينية، تلفّ الحمض النووي، وتنظِّم التعبير الجيني. وبالنسبة إلى الإناث المحقونة بمثبط لهذه الإنزيمات، فقد نشأ لديها تفضيل لذكر عشوائي، كان قد وُضِعَ معها سابقًا بقفصها أقوى من تفضيل الإناث التي لم تُحقن بالمثبط. وعزَّز المثبط إنتاج مستقبلات لهرمونين مرتبطين بالسلوكيات الجنسية والأمومية؛ وهي تماثل تغيرات تحدث عند التزاوج.

يقول الباحثون إنّ هذه النتائج هي الأولى التي تربط كيمياء الاقتران مع تنظيم الهيستون.

***Nature Neurosci.* http://dx.doi.org/10.1038/nn.3420 (2013)**



ZUOXIN WANG

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

البيئة

## الطاقة النووية تنقذ الأرواح

**الأكثر قراءة** على www.pubs.acs.org بين 20 إبريل و 20 مايو

يشير تحليل للبيانات التاريخية إلى أن الطاقة النووية مَنَعَتْ حوالي مليوني حالة وفاة تتعلّق بتلوث الهواء حول العالم.

وكان عالِم «ناسا» السابق جيمس هانسن، الذي ترك الوكالة في مطلع إبريل الماضي؛ ليكرِّس وقته كناشط مناخي، وبوشكر كَريتشة، الباحث بمعهد جودارد للدراسات الفضائية في نيويورك ـ التابع لـ«ناسا» ـ قد قدَّرا أن الطاقة النووية مَنَعَت نحو 1.84 مليون وفاة، كانت ستحدث نتيجةَ استخراج الطاقة من حَرْق الوقود الأحفوري. وبهذا.. يتجاوز عدد الأرواح التي أُنقذت ـ بحوالي 370 مرة ـ عدد الذين ماتوا بالتسمم الإشعاعي، أو الحوادث المهنيّة في محطات الطاقة النووية على مدى السنوات الأربعين الماضية، أو نحو ذلك. كما مَنَعَت الطاقة المُوَلَّدَة عن طريق التكنولوجيا النووية ـ ما يكافئ 64 جيجا طن من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، كانت ستَنْتُج عن حَرْق الوقود الأحفوري ـ من دخول الغلاف الجوي.

***Environ. Sci. Technol.* 47, 4889–4895 (2013)**

فيزياء المادة المكثفة

## مادة غريبة محصورة بدقة

حوصر شكل عجيب من الأشكال الغريبة للمادة، التي تتشارك فيها ذرات كثيرة حالة كَمِّيّة ميكانيكية واحدة، بطريقة جديدة ومفيدة.

يتم إنشاء المتكثفات بطريقة بوز أينشتاين عادةً في أفخاخ يَحُدُّها مجال كهربائي يختلف تدريجيًّا عبر العَيِّنَة، مما ينتج حافة «غير واضحة»، بدلاً من انقطاع حاد. ومؤخرًا، نقل ألكساندر جونت وفريقه ـ بجامعة كمبريدج، المملكة المتحدة ـ حجمًا من المادة التي تم إنشاؤها بهذه الطريقة إلى صندوق أسطواني له «جدران» من ضوء الليزر، محددة المعالم. وينبغي لهذه التقنية أنْ تسمح بإجراء تجارب على المادة الغريبة التي تتوافق بدقة أكبر مع التوصيف النظري. ويمكن أن تتكيَّف أيضًا لعمل أفخاخ بأشكال مختلفة، حسب قول الباحثين.

***Phys. Rev. Lett.* 110, 200406 (2013)**

الحماية البيولوجية

## عودة النحل في أوروبا

يبدو أن الانخفاض في تنوع المُلَقِّحات الأوروبية خلال القرن العشرين تباطأ في أعقاب تنفيذ سياسات بيئية.

وقد نظرت لويزا جايجانتي كارفالهيرو وزملاؤها ـ بجامعة ليدز، المملكة المتحدة ـ في الدراسات المَسْحِيّة التاريخية عن النباتات المحلية والمُلَقِّحات (النحل، والذبابة الحَوَّامة، والفراشات) بالمملكة المتحدة وهولندا وبلجيكا. وبشكل عام، وجد الباحثون تراجعًا لعدد الأنواع المحلية المختلفة في مكان معين، أو وفرة وثراء في الأنواع قبل عام 1990. وبعد عام 1990، تباطأ التراجع لمعظم الأصناف والمناطق في هولندا والمملكة المتحدة؛ وزادت وفرة النحل المحلي.

يقول الباحثون إنه بالرغم من أن عوامل أخرى، مثل المناخ، ربما يكون لها بعض الدور، إلا أن السياسات التي دخلت حيز التنفيذ بعد عام 1990 يمكن أن تفيد الأنواع الأوروبية.

***Ecol. Lett.* http://dx.doi.org/10.1111/ele.12121 (2013)**

علم المناخ

## أمطار أكثر في غياب الأوزون

أدى فقدان الأوزون في طبقة الجو العليا (الستراتوسفير) فوق القارة القطبية الجنوبية إلى زيادة هَطْل الأمطار في المناطق شبه الاستوائية من أمريكا الجنوبية.

فقد أصبح الصيف في أوروجواي وباراجواي وجنوب البرازيل وشمال الأرجنتين ـ وبشكل لافت ـ رطبًا أكثر خلال النصف الثاني من القرن العشرين. ولتحديد إنْ كان هذا نتيجة لتأثير الأوزون على دوران الغلاف الجوي وهطل الأمطار في المنطقة، قارنت بولا جونزاليس وزملاؤها ـ بجامعة كولومبيا في نيويورك ـ نتائج نماذج محاكاة لدى استنفاد طبقة الأوزون وبدونه باستخدام ستة نماذج للمناخ. ورغم أن النتائج كانت مختلطة بشأن تأثير غازات الاحتباس الحراري، إلا أن نتائج المحاكاة كررت باستمرار توجهات ملحوظة نحو هَطْل الأمطار بشكل أدق لدى تضمين فقدان الأوزون في المحاكاة.

ويرى الباحثون أن هَطْل الأمطار في المنطقة يجب أن يستقر أو ينخفض مع عودة الأوزون فوق القطب الجنوبي.

***Clim. Dyn.* http://dx.doi.org/10.1007/s00382-013-1777-x (2013)**

NATURE.COM
للاطلاع على آخر الأبحاث المنشورة بدَوْرِيّة «نيتشر»، انظر:
go.nature.com/latestresearch

أحداث

## إصابة بشلل الأطفال

أعلنت «منظمة الصحة العالمية» يوم 11 مايو الماضي عن تسجيل أول حالة من فيروس شلل الأطفال في الصومال منذ مارس 2007. وقد شُلت فتاة تبلغ من العمر 32 شهرًا ـ تقطن بالقرب من مقديشو ـ بواسطة الفيروس، حيث لا يوجد تطعيم لشلل الأطفال في بعض أرجاء البلاد منذ عام 2009. وبينما كانت دَوْرِيّة "نيتشر" في طريقها إلى المطبعة، كان الاختبار الجيني جاريًا لتحديد مصدر الفيروس. وتُعَدّ البلدان الأخرى التي سجلت حالات فيروس شلل الأطفال البري في عام 2013 هي باكستان، وأفغانستان، ونيجيريا فقط؛ وهي الدول الثلاث التي لم تتمكن قط من إيقاف انتقال المرض. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/x43baq.

## الفيروس التاجي ينتشر

في نهاية الأسبوع الأول من شهر يونيو الماضي، أعلنت إيطاليا عن الحالات الأولى التي أصيبت بالفيروس التاجي الذي ظهر في منطقة الشرق الأوسط: وهي لرجل يبلغ من العمر 45 سنة، من إقليم توسكانا، كان قد سافر إلى الأردن، واثنين من معارفه المقرَّبين. وتمّت ملاحظة النمط نفسه من انتقال الفيروس بين البشر (الذي ربما يكون محدودا) مع الحالات المنتقلة من منطقة الشرق الأوسط إلى تونس وفرنسا وبريطانيا. ومنذ شهر سبتمبر الماضي، أُبلغت «منظمة الصحة العالمية» بإصابة 53 حالة، معظمها في المملكة العربية السعودية، من بينها 30 حالة وفاة، ولكنّ أعداد الإصابات المنتقلة من منطقة الشرق الأوسط تشير إلى أنّ بعض الحالات لم يتم اكتشافها بعد في موطنها.

## في عين العاصفة

تتوقع «الوكالة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي» NOAA موسم أعاصير نَشِطًا للغاية في المحيط الأطلسي، وذلك بعد ستة أشهر من تدمير "إعصار ساندي" لشمال شرق الولايات المتحدة (في الصورة). أفادت الوكالة في تنبؤها الصادر يوم 23 مايو الماضي بوجود احتمال نسبته 70% بتكوّن أعاصير، يتراوح عددها من 7 إلى 11، من بينها 3-6 أعاصير رئيسة بين 1 يونيو و30 نوفمبر المقبل. وقد صرّح جيري بيل ـ المتنبئ الجوي الرائد بالأعاصير في الوكالة ـ قائلًا: "نحن لا نرى عوامل مخففة يمكنها أن تضع حدًّا للنشاط". وذكرت الوكالة أنه ينبغي لجهاز الحاسِب الفائِق الجديد، ونموذج محدَّث للتنبؤ ـ يتم تلقيمه في الوقت الحقيقي ببيانات رادار "دوبلر" التي جمعتها الطائرات التي تطير خلال العواصف ـ تحسين دقة تعقُّب الأعاصير.



ALEXANDER JOE/AFP/GETTY

# أفريقيا توجِّه أنظارها صوب سماء موجات الراديو

تَلَقَّت الطموحات الفلكية لجنوب أفريقيا دَفعة يوم 15 مايو الماضي، عندما تم الكشف عن النتائج الأولى من مصفوفة تليسكوب راديوي مكوَّن من سبعة أطباق. وقد رصدت مصفوفة KAT-7 ـ التي تقع في مقاطعة كيب الشمالية ـ فَيْضَيْن راديويَّين قويَّين من نظام النجم الثنائ Circinus X-1، وراقبت تفاقمهما. وأعلن فريق دولي من علماء فلك عن النتائج في بحثٍ أَقَرَّته مجلة «الإشعارات الشهرية للجمعية الفلكية الملكية» (R. P. Armstrong *et al.* المتوافرة في طبعة مُسبقة على http://arxiv.org/abs/1305.3399). وتُعَدّ مصفوفة KAT-7 (يوجد اثنان من الأطباق في الصورة) بمثابة قاعدة اختبار لمصفوفة «ميركات» MeerKAT التي تضم 64 تليسكوبًا، والتي ستشكل جزءًا من «مصفوفة الكيلومتر المربع» SKA الأكبر والأقوى. و«مصفوفة الكيلومتر المربع» هي مصفوفة تليسكوب راديوي، تكلفتها 1.5 مليار يورو (1.93 مليار دولار أمريكي)، ومخطط انتشارها عبر مواقع في جنوب أفريقيا، وأستراليا.

منشآت

## تمويل أوّلي لـSesame

تلقى مركز «سيسيم» SESAME ـ وهو مرفق لأشعة السنكروترون في الأردن؛ لأجل تعزيز السلام والتعاون العلمي بين دول الشرق الأوسط ـ دَفعة تمويل في الأسبوع الأول من شهر يونيو الماضي. وقد تعهدت إيطاليا بمبلغ 1 مليون يورو (1.3 مليون دولار أمريكي) في موازنتها المقترحة، وستسهم المفوضيّة الأوروبية بمبلغ 5 ملايين يورو، لقاء مغناطيسات مختبر «سيرن» CERN؛ وهو المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات، الواقع بالقرب من جنيف في سويسرا. وعلى الرغم من الإسهامات التي وعدت بها بالفعل الأردن، وإيران، وإسرائيل، وتركيا، فإن المرفق في حاجة إلى 8 ملايين دولار أخرى لبدء المشروع في عام 2015، كما هو مخطَّط له (انظر أيضًا: go.nature.com/5pldwq).

## مكتبات عقاقير

أعلنت أول مشارَكة في اليابان بين القطاعين العام والخاص ـ تهدف إلى معالجة الأمراض المعدية في البلدان النامية ـ عن أول مجموعة كبيرة من علاقات التعاون البحثي في 31 مايو الماضي. وتم تدشين «صندوق التقنية المبتكرة من أجل الصحة العالمية» ـ ومقره طوكيو ـ في إبريل الماضي، مع تعهد الحكومة اليابانية، وعديد من شركات الأدوية اليابانية، و«مؤسسة بيل وميليندا جيتس» ـ ومقرها مدينة سياتل بولاية واشنطن ـ بدفع أكثر من 100 مليون دولار أمريكي لمدة 5 سنوات. وستساعد المشارَكات الـ13 الأولى المنظمات الدولية الثلاث غير الربحية على البحث عن عقاقير




تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مرشحة لمكافحة الملاريا، والسل، ومجموعة كبيرة من الأمراض المهمَلة، وذلك عن طريق الوصول إلى المكتبات الكيميائية لشركات الأدوية الرائدة في اليابان.

أبحاث

## هدف علم الأعصاب

التقى باحثون للمرة الأولى، للبدء في التخطيط لدور «مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية» في "مبادرة أبحاث المخ عبر التكنولوجيا العصبية المبتكرة"؛ وهي محاولة طموحة لفهم إشارات المخ، عن طريق تسجيلها من أعداد غير مسبوقة من الخلايا العصبية في آنٍ واحد. وقد حضر المؤتمرَ ـ المنعقِد في مقاطعة أرلينتون بولاية فيرجينيا، الذي اختتم أعماله يوم 7 مايو الماضي ـ أكثر من 150 من العلماء في مجالات معينة، مثل علم الأعصاب، والهندسة، وعلوم الكمبيوتر. وكان من بين الحاضرين علماء يمثلون «معاهد الصحة الوطنية الأمريكية»، وهي إحدى وكالتين حكوميتين أخريين شريكتين في المبادرة. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/xgsrwa.

PHYSICS MEDIA SERVICES UNIT, UNIV. OF OXFORD

## قمَرٌ تابع

اُكتُشف قمر تابع لكويكب ـ عرضه 2.7 كم ـ تجاوز الأرض مسرعًا يوم 31 مايو الماضي. وقد كشف التصوير الراداري في مجمع هوائيّات «شبكة الفضاء العميق» في مدينة جولدستون بولاية كاليفورنيا عن قمرٍ، عرضه 600 متر، يدور حول الكويكب QE2 1998، الذي حلّق على بُعد 5.8 مليون كيلومتر من الأرض في أقرب نقطة له، أي قرابة 15 ضعف المسافة بين الأرض والقمر. وسوف يواصل علماء الفلك في مجمع جولدستون ومرصد أريسيبو في بورتريكو تتبُّع نظام الكويكب؛ من أجل تقييم كُتَل وكثافة الصخور بشكل أفضل.

## معادن المريـخ

قامت مركبة الفضاء "مارس إكسبريس" الآن بتعيين توزيعات المعادن الرئيسة عبر سطح الكوكب الأحمر بالكامل تقريبًا، وفق ما أعلنته «وكالة الفضاء الأوروبية» ESA يوم 3 يونيو الماضي، بعد مرور عِقد على إطلاق البعثة. وتعزِّز كتل المعادن الرطبة ـ المكتشَفة بواسطة المطياف "أوميجا" OMEGA، الموجود على متن المركبة الفضائية ـ الرأيَ القائل بوجود مياه على المريخ في تاريخه الغابر. وتشير البيانات إلى مواقع الهبوط المحتمَلة للبعثات في المستقبل، التي ستبحث عن علامات على وجود حياة على الكوكب؛ مثل بعثة "إكسو مارس" التابعة للوكالة.

سياسات

## غابات إندونيسيا

مدَّد الرئيس الإندونيسي، سوسيلو بامبانج يودهويونو، في يوم 15 مايو الماضي حظرًا رسميًّا على أي تراخيص جديدة لقطع الأخشاب، وإزالة أشجار الغابات المطيرة البكر وأراضي الخث (الأراضي العضوية) في البلاد لمدة عامين آخرين. وقد اتخذت إندونيسيا قرار الحظر مبدئيًّا في عام 2011، بعد التزامها بالحدّ من انبعاثاتها من غازات الاحتباس الحراري؛ التي تنشأ في المقام الأول عن إزالة الغابات، وتدمير أراضي الخث. وقد انتقد علماء وخبراء بيئة ثغراتٍ في قرار الحظر، لكنهم يقولون إنه سيعطي البلاد مزيدًا من الوقت؛ من أجل وضْع خطة لحماية الغابات على نطاق أوسع.

## استهداف السرطان

أعلنت إدارة «الغذاء والدواء الأمريكية» عن الموافقة في 29 مايو الماضي على دواءين للاستخدام ضد أورام الميلانوما المتقدمة التي تنطوي على أشكال طفريّة من بروتين يسمَّى BRAF؛ يساعد على نمو الورم. ويُعَدّ الدواء الأول ـ ويُدعى ميكينيست (ترامتينيب) ـ هو أول دواء للسرطان يستهدف بروتين MEK؛ وهو بروتين يتم تفعيله بواسطة بروتين BRAF الطفري. ويستهدف الدواء الآخر ـ ويُدعى تافينلار (دابرافينيب) ـ بروتين BRAF مباشرة. وقد تم تطوير الدواءين بواسطة شركة «جلاكسو سميث كلاين»، ومقرها لندن. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/ltmmsk.

## قمح ضلّ الطريق

عُثِر على قمح مُعدّل وراثيًّا وغير معتمَد في مزرعة بولاية أوريجون، حسبما أعلنت «وزارة الزراعة الأمريكية» في 29 مايو الماضي. كانت السلالة ـ التي تحمل تحويرًا جينيًّا يمنحها مقاومةً لمبيد الأعشاب "جليفوسات" ـ قد خضعت لاختبار ميداني في 16 ولاية أمريكية بين عامي 1998 و2005 من خلال شركة «مونسانتو» Monsanto؛ وهي شركة التقنية الزراعية، التي مقرها مدينة سانت لويس بولاية ميسوري (انظر: *Nature* **497**, 24–26; 2013). وتُحقق الهيئات التنظيمية في كيفية تهريب القمح، لكنها ذكرت أنه لا يشكل خطرًا على سلامة الأغذية. ويُذكر أنه لم تتم الموافقة على أي أصناف قمح مُحَوَّرَة وراثيًّا للبيع أو الإنتاج التجاري في الولايات المتحدة.



شخصيات

## جوائز «شاو»

فاز ستة علماء في بريطانيا والولايات المتحدة بجوائز «شاو» Shaw لهذا العام؛ التي تبلغ قيمة كل منها مليون دولار أمريكي. وقد يشارك في الجائزة كلٌّ من: جيفري هول من جامعة ماين في مدينة أورونو، ومايكل روسباش من جامعة برانديز في مدينة والثام بولاية ماساشوستس، ومايكل يانج من جامعة روكفلر في نيويورك، حيث إنّ هذه الجائزة تُمنح في مجال علوم الحياة والطب، نظير عملهم على إيقاع الساعة البيولوجية. وفاز كل من ستيفن بالبس (في الصورة) من جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، وجون هاولي من جامعة فرجينيا في مدينة شارلوتسفيل بجائزة مجال علم الفلك، لعملهما على أقراص الغاز والغبار حول النجوم. ونال ديفيد دونوهو من جامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا جائزة الرياضيات، وذلك عن تقدُّم أحرزه في علم الإحصاء.

**NATURE.COM**

**يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة على:**

**go.nature.com/news**

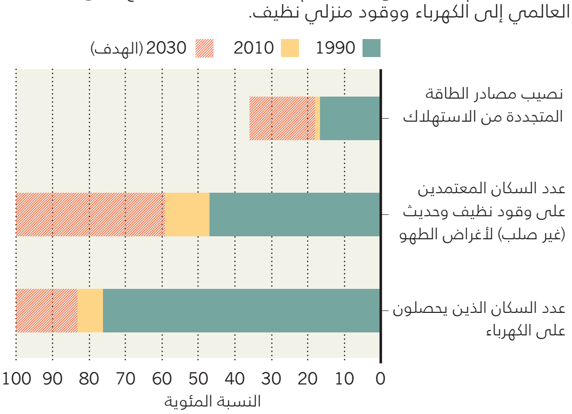
## مراقبة الاتجاهات

تقود الأمم المتحدة حملةً لتوفير كهرباء ووقود طهو أقل تلويثًا للعالم كله بحلول عام 2030. وتهدف الوكالة أيضا إلى أن تُشكّل موارد الطاقة المتجددة حصةً أكبر من استهلاك الطاقة، لكن الإحصاءات الأولية ـ التي صدرت يوم 28 مايو الماضي في تقرير «الإطار العالمي لتتبُّع الطاقة»، (انظر الرسم البياني) ـ تُبيِّن أن بلوغ هذه الأهداف سيكون عسيرًا، ويرجع ذلك ـ بالدرجة الأولى ـ إلى أن معدل النمو الاقتصادي وارتفاع عدد السكان يقفان في وجه التحسينات. للاطلاع على مزيد من التفاصيل.. انظر:

**go.nature.com/gyowoG**

### هناك حاجة إلى توسيع فرص الحصول على طاقة نظيفة

يسعى العالم إلى تحقيق هدف عام 2030؛ من أجل توسيع نطاق الوصول العالمي إلى الكهرباء ووقود منزلي نظيف.

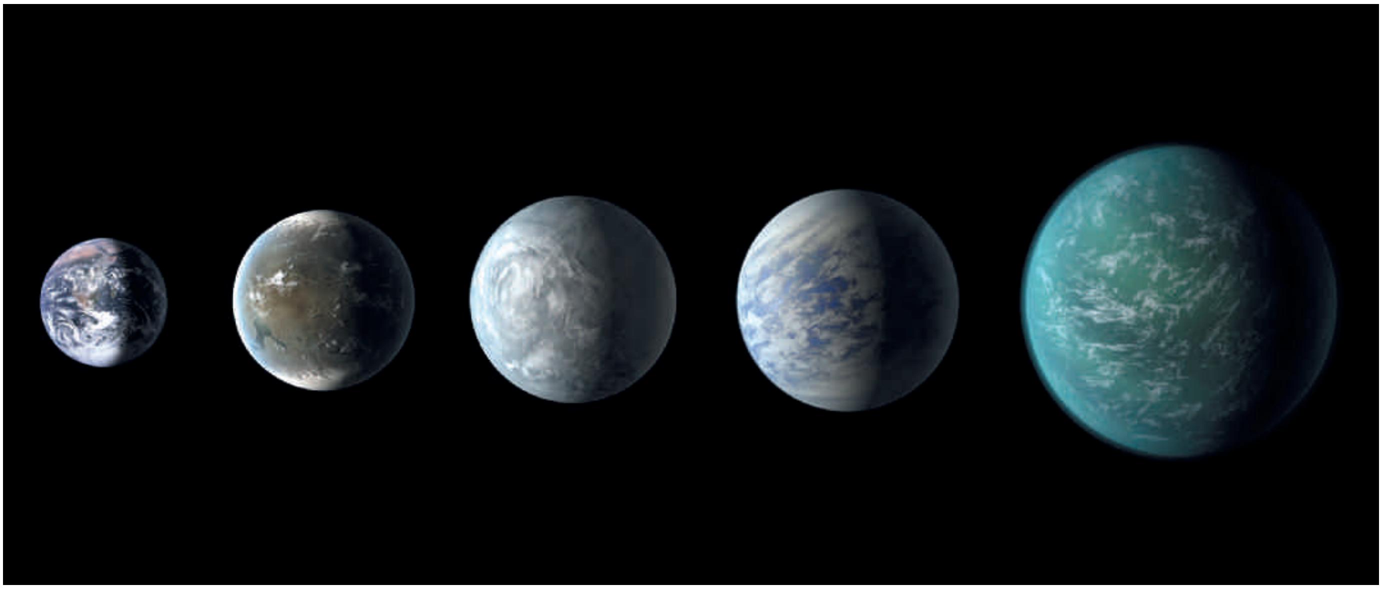



SOURCE: WORLD BANK/ESMAP/IEA



# أخبـــار في دائرة الضـوء





JPL-CALTECH/AMES/NASA

أربعة كواكب قد تصلح للحياة (الصورة انطباع الفنان) ظهرت في بيانات ومعطيات بعثة كبلر حتى الآن، لكن مركبة الفضاء المعطلة قد لا تجد توأمًا حقيقيًّا للأرض (أقصى اليسار).

كواكب خارج المجموعة الشمسية

## «كِبْلَــر» تفقــد عَجَلاتــها

بعثة المركبة كبلر (ذات التليسكوب) لاستكشاف كواكب خارج المجموعة الشمسية شارفت على نهاية رحلتها.

**رون كاوَن**

إنّ مركبة الفضاء «كِبْلَر» Kepler التابعة لوكالة الفضاء «ناسا» NASA ليست فقط أغزر البعثات اكتشافًا للكواكب الخارجية، بل كانت إحدى روائع الهندسة. فمرآتها البالغ طولها 140 سنتيمترًا تمرر ضوء النجوم إلى كاميرا ذات استبانة تبلغ 95 ميجابيكسل، تستطيع تمييز نقاط لمعان النجوم الصغيرة، ولو بلغت 10 أجزاء من المليون، وهي دلائل على خسوف صغير يسببه كوكب خارج المجموعة الشمسية عندما يمر حول وجه نجمه الذي يقابل تليسكوب كبلر. ومع ذلك.. وبحلول 14 مايو الماضي، خرجت مركبة الفضاء ـ البالغة تكلفتها 600 مليون دولار ـ عن مسارها، بسبب فشل أحد أجزائها المتحركة، وهو جهاز يقدَّر بمئتي ألف دولار أقرب إلى جيروسكوب الأطفال.

كان علماء البعثة على علم بقابلية المركبة للعطب. فمركبة كبلر مجهزة بأربع عجلات رد فعل معدنية، هي بمثابة محركات إذا أديرت باتجاه معين، فإنها تحرك المركبة الفضائية في الاتجاه الآخر. وتحتاج المركبة إلى ثلاث عجلات ـ على الأقل ـ لتبقى مستقرة، وقد فشلت إحدى هذه العجلات في يوليو الماضي.

يقول وليم بوروكي أحد علماء الفضاء ـ بمركز أبحاث إيمز، التابع لناسا في موفيت فيلد، بكاليفورنيا ـ وأحد المحققين المحوريِّين في بعثة كبلر: «لقد أدركنا أن العجلات لها تاريخ متقلب». عندما توقفت العجلة الثانية عن الدوران ـ ربما لوجود مشكلة في «مجمعات الكريَّات» ball bearings، أو بيتها، حسب قول علماء ناسا ـ وضعت مركبة كبلر نفسها في وضع الأمان، في انتظار إصلاح الخلل، إذ يقول كثيرون إنه لن يُصلَح.

لدى دورانها بمعدل 1000 إلى 4000 دورة في الدقيقة، تقوم عجلات رد الفعل بضبط اتجاه مركبة التلسكوب، باذلةً عزومًا بالغة الدقة من خلال التحكم الحَذِر في سرعتها. وحتى قبل إطلاق كبلر في 2009، كان علماء البعثة على دراية كاملة بمشكلات سابقة في عجلات عديدة مشابهة لعجلات كبلر التي صنعها المصنع ذاته وتم تزويد مركبات فضائية أخرى بها.

**NATURE.COM**
**للمزيد حول نتائج بعثة كبلر، انظر:**
**go.nature.com/juykjr**

أخفقت عجلات رد الفعل من هذا الطراز، أو اعتُبِرت غير موثوقة بدرجة لا تسمح باستخدامها، كما وقع في بعثة تليسكوب ناسا «إكسبلورر» لرصد الطيف فوق البنفسجي البعيد في 2001، وفي بعثة «هيابوسا» اليابانية في عامي 2004 و2005. وفي 2007 شَهِدَ قمر ناسا الاصطناعي لرصد طاقة وحركات طبقات الغلاف الجوي ـ الحراري، والمتأين، والأوسط ـ (TIMED) فشل أحد عجلاته، وعانت بعثة «فجر» Dawn التابعة لـ«ناسا» إخفاقين في عامي 2010 و2012.

حدثت معظم تلك الأعطال قبل إطلاق بعثة كبلر بكثير، ويتذكر جون ترولتش ـ مدير برنامج كبلر بشركة «بول إيروسبيس» Ball Aerospace في بولدر، كولورادو، التي قامت ببناء المركبة لناسا ـ أن الفشل في بعثة قمر ناسا الاصطناعي لرصد طاقة وحركات طبقات الغلاف الجوي (TIMED) سبَّبَ قلقًا ملموسًا. يقول ترولتش: «أدركنا مدى جدية المشكلة فعلًا في نهاية 2007».

وبحلول ذلك الوقت، كانت بعثة كبلر جاهزة للإطلاق. واعتبرت خيارات ومقترحات ـ كإصلاح جهاز عجلات رد الفعل بأكمله، أو إضافة مجموعة عجلات احتياطية أخرى ـ مكلفة للغاية، وتعني بالضرورة تأخير أكثر لبعثة تليسكوب كبلر، بعد أن تأجلت مرتين بالفعل.

أراد الفريق إلقاء نظرة أخيرة.. ففي بداية 2008، قرر جون ترولتش وزملاؤه إعادة كافة عجلات التلسكوب الأربع إلى مصنع «إيثاكو لنظم الفضاء» في إيثاكا، نيويورك، لمزيد من الفحص والتدقيق. وتم إجراء تعديلات كتغيير «مجمعات الكريات» التي أظهرت فعلًا علامات تآكل، حسب قول تشارلز سوبيك، نائب مدير مشروع كبلر بمركز أبحاث إيمز. يقول ترولتش: «كان تقدير الموقف أن هذه التعديلات ستمنع حدوث المشكلات السابقة». ومن خلال متحدث ◄

رسمي، رفضت شركة «يو تي سي UTC لأنظمة الفضاء» ـ المالكة لمصنع إيثاكو ـ الإجابة على أسئلة حول كيفية محاولة الشركة إصلاح العجلات، وأحالت الأسئلة إلى وكالة ناسا.

لاحظ بوروكي حينها أن مشكلات عجلات رد الفعل المحتملة بدت أقل أهميةً؛ لأن البعثة ستستمر ثلاث سنوات ونصف السنة فقط. كان هذا هو الوقت المتوقع لكبلر لإنجاز هدفها الأساسي: مسح حوالي 150 ألف نجم شبيه بالشمس، تبعد مسافات تصل إلى 920 فرسخًا فضائيًّا (3000 سنة ضوئية) لتحديد مدى انتشار كواكب ـ تشبه الأرض حجمًا، ولها مدارات حول نجومها شبيهة بمدار الأرض حول الشمس ـ في المجرة.

وبعد إطلاق التليسكوب، اكتشف العلماء أن معظم النجوم أكثر اختلافًا عن الشمس (انظر: *Nature* **477**, 142–143; 2011)، لكن البعثة احتاجت وقتًا أطول للتمييز بين تذبذب عشوائي في لمعان نجم وبين تراجع ضوء نجم بسبب كوكب مار، لذلك قررت ناسا تمديد البعثة لنهاية 2016، لكن حين اتُّخذ ذلك القرار، تعطلت العجلة الأولى. ومع خسارة العجلة الثانية، يقول ترولتش: «العلم الذي كنا نستخلصه من كبلر ـ كما كنا نفعل سابقًا ـ قد انتهى».

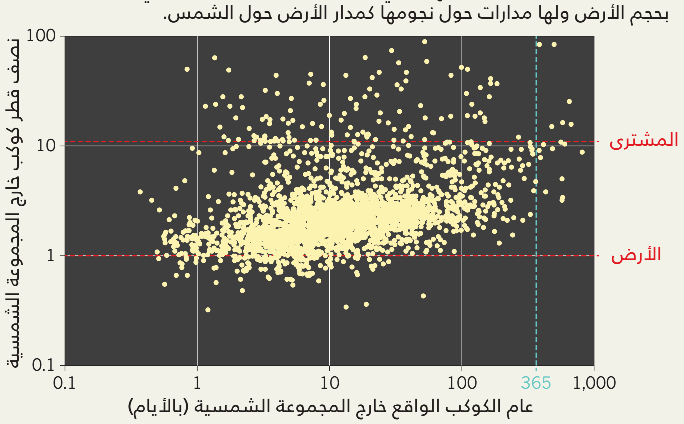
ورغم أن المهندسين سيحاولون إعادة تشغيل العجلات المعطلة خلال الشهرين القادمين، فإن ترولتش ليس متفائلًا. يقول ترولتش: «لا يرجَّح أن تعود العجلات للعمل بأي شكل مفيد». قد تتمكن المحركات على متن المركبة من القيام بالتثبيت البسيط للمركبة في الموقع، لكنها غير مصمَّمة للتوجيه الدقيق المطلوب.

يقول سوبيك إن محاولات إحياء البعثة قد تستمر حتى نهاية الخريف، كما يتوقع لها. في هذه الأثناء، يعمل بروكي وفريقه على تحليل بيانات كبلر في العامين الأخيرين، حيث يُتوقع أن يضيف مئات الكواكب المرشحة للانضمام إلى رصيد كبلر المكتشف الذي يتجاوز 2700 كوكب (انظر: «عطاء كبلر»). ولأن البيانات الأحدث تحتوي على معلومات عن كواكب تشبه مداراتها مدار الأرض من حيث الطول، فإنّ بوروكي متفائل بأنّ هذه البيانات ستكشف عن تقدير معقول لمدى انتشار أشباه الأرض في المجرة.

أمّا سارة سيجر، الباحثة في كواكب خارج المجموعة الشمسية ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج فليست متفائلة جدًّا. تقول سيجر إن البيانات يمكنها إنتاج إحصائيات لائقة عن كواكب شبيهة بالأرض حجمًا في مدارات تصل إلى 200 يوم، وليس على طول الطريق؛ وصولاً لمدارات كواكب «المنطقة القابلة للسكن» لنجم مثل الشمس، حيث يبلغ المدار 365 يومًا. وتأمل سيجر أن تكون بضعة من هذه الكواكب مدفونة في البيانات الباقية. تقول سيجر: «إنه ممكن، بل ومرجَّح». ■

## عطاء كبلــر

اكتشفت بعثة كبلر - التابعة لوكالة ناسا - أكثر من 2700 كوكب محتملاً خارج المجموعة الشمسية. لكن البعثة ربما انتهت في وقت أصبحت فيه أكثر دقة في رصد كواكب بحجم الأرض ولها مدارات حول نجومها كمدار الأرض حول الشمس.




SOURCE: NASA EXOPLANET ARCHIVE



علم الحشرات

# حشـــرات معمِّـرة تطـرح لغــزًا كبيــرًا

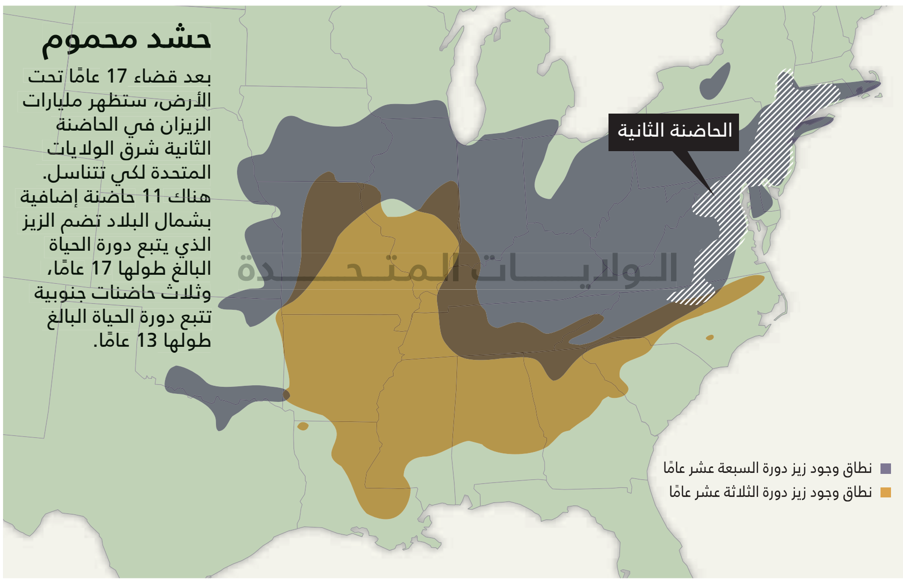
حفل تَناسُل جماعي ضخم لحشرات الزيز القادمة من حاضنة عمرها 17 عامًا يصمّ آذان الباحثين الأمريكيين.

**ريتشارد موناستيرسكي**

فَقَدَ السائقون الذين انتهى بهم الأمر على الطريق وراء جون كولي صبرهم سريعًا، إذ كان متجولًا بسيارته مفتوحة النوافذ في شرق الولايات المتحدة، يبطئ أحيانًا، أو يتوقف كل بضع مئات من الأمتار، مطرقًا السمع، وواضعًا ملاحظاته على سجلّ بيانات مربوط بمقعد الراكب الأمامي.

ومؤخرًا، انشغل كولي ـ عالِم الأحياء التطوري بجامعة كونيتيكت في ستورس ـ على الطرق بوضع خرائط ساكنيها من مجموعات حشرات الزيز الدوريّة، المعروفة بـ«ماجيسيكادا» Magicicada. أمضت هذه الحشرات الصاخبة حمراء العينين السبعة عشر عامًا الماضية تنضج تحت الأرض، فقط لكي تظهر بالمليارات في شهر مايو الماضي لبضعة أسابيع، تُغنّي وتتناسل، قبل أن تموت. وكغيره من باحثي الزيز القلائل الذين يجوسون بين نورث كارولينا ونيويورك، يدرك كولي أن عليه العمل بسرعة. يقول الباحث إن «الوقت هو العدو الحقيقي هنا، لكل من حشرات الزيز والباحثين». ويضيف قائلًا: «إذا خَسِرْتَ هذه الفرصة، فستتشكل فجوة في خريطتك (المعرفية)؛ وسيتعيّن عليك الانتظار لمدة سبعة عشر عامًا أخرى».

أربك جنس حشرات الزيز ـ صاحب أطول دورة حياة معروفة ـ العلماءَ قرونًا. في عام 1665، ضمّ المجلد الأول من الوقائع الفلسفية للجمعية الملكية تقريرًا من نيوإنجلاند، يتعلق بـ«أسراب من الحشرات الغريبة، والأضرار التي تسببها». حيرت هذه الحشرات تشارلز داروين أيضًا. وحتى الآن، يحاول علماء الحشرات فهم كيفية تطور دورات الحياة الغريبة لهذه الحشرات، وكيف يمكنها قضاء السنين وهي تحت الأرض، وكيف تُزامِنْ برامج حياتها. يقول والت كونيج، عالم البيئة السلوكية




**حشد محموم**

بعد قضاء 17 عامًا تحت الأرض، ستظهر مليارات الزيزان في الحاضنة الثانية شرق الولايات المتحدة لكي تتناسل. هناك 11 حاضنة إضافية بشمال البلاد تضم الزيز الذي يتبع دورة الحياة البالغ طولها 17 عامًا، وثلاث حاضنات جنوبية تتبع دورة الحياة البالغ طولها 13 عامًا.

SOURCE: G. KRITSKY



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بمختبر الطيور في جامعة كورنيل، إيثاكا، نيويورك. «إنها أحد الأسرار الإيكولوجية الكبرى الموجودة».

يمكن اعتبارها أيضًا حشرات نادرة. فبين آلاف أنواع الزيز المعروفة بأنحاء العالم، طورت أنواع الزيز السبعة المعروفة بـ«ماجيسيكادا» ـ التي تعيش شرق ووسط الولايات المتحدة ـ وحدها دورات حياة طويلة ومتزامنة (انظر: «حشد محموم»). وفي الطرف الجنوبي لنطاق وجودها، انقسمت تجمعات زيز «ماجيسيكادا» إلى ثلاث حاضنات مختلطة الأنواع، تظهر كل 13 عامًا. وبالمنطقة الشمالية، هناك 12 حاضنة تتبع دورات السبعة عشر عامًا. ينتمي نسل هذا العام إلى الحاضنة الثانية Brood II ، وهي إحدى أكبر مجموعات السبعة عشر عامًا التي تظهر بالأقاليم الحضرية الكبرى على الساحل الشرقي.

ومنذ آخر خروج لها في 1996، نمت الزيز الحاضنة الثانية عبر خمس مراحل يرقات تحت الأرض، حيث تمكّنت من البقاء على قيد الحياة عن طريق امتصاص السوائل من جذور الأشجار. ومع دفء الطقس في شهر مايو، شرعت الحوريّات بالزحف للخروج إلى سطح الأرض قبل الانسلاخ الأخير وظهور الأجنحة. وبوصولها لكثافات تصل إلى 350 زيزًا لكل متر مربع بالغابات، يتمكن الزيز من تشكيل جوقة تصل قوة صوتها إلى 95 ديسيبلاً decibels ـ وهو صوت مرتفع، يكفي لإلحاق الضرر بالسمع البشري ـ عندما تحاول الذكور جذب الإناث. بعد التزاوج، تحفر الإناث شقوقًا في فروع الشجر لتضع بيضها. وبحلول الوقت الذي يفقس فيه هذا البيض، أي في غضون 6 ـ 10 أسابيع، تكون الأرض قد تغطت بالأجسام المتناثرة لجيل الآباء. وسوف تسقط هذه الأجيال الجديدة من الحوريات على الأرض، لتحفر في التربة، وتبقى فيها حتى عام 2030.

وإجمالاً، يتفق علماء الأحياء على أن الظهور الضخم المتزامن لحشرات الزيز الدورية يُربك مفترساتها المحتملة، مما يتيح فرصة التناسل لبعض الحشرات العاجزة نسبيًّا عن الدفاع عن نفسها. وقد اقترح بعض الباحثين أن حشرة الزيز طورت دورات حياتها لتناسب أعداد السنوات الأوليّة، لأن هذا الترتيب يحدّ من احتمالات نجاح مفترساتها بالتزامن مع ظهورها. لكن هذه الأفكار لا تفسّر سبب استمرار الأجيال الماضية لمدة 13 أو 17 عامًا تحديدًا.

يرى كونيج أن الإجابة ذات صلة بالتفاعلات مع الطيور. فقد حلل كونيج وأندرو ليبهولد ـ من إدارة الغابات الفيدرالية في مورجانتاون، ويست فيرجينيا ـ بيانات ومعطيات تغطي 45 عامًا، مستمدة من مشروع «مسح تناسل الطيور في أمريكا الشمالية»، (W. D. Koeing and A. M. Liebhold. *Am. Nat.* **181**, 145-149; 2013)، ووجد الباحثان أن أعداد الطيور تميل للانخفاض خلال السنوات التي تظهر فيها حشرة الزيز

RON EDMONDS/AP PHOTO



**انسلاخ الزيز للمرة الأخيرة قبل ظهور الأجنحة.**

الدورية. ونظرًا إلى أن الطيور تتغذى على حشرات الزيز، فقد توقع كونيج أن يعثر على وتيرة مضادة. ويرى أن الكتل الهائلة من حشرة الزيز تطلق تغيرات طويلة الأجل في الغابة؛ تؤدي في نهاية المطاف إلى تناقص شديد في أعداد في الطيور بعد 13 أو 17 عامًا. وتبقى الآلية غامضة، كما يلاحظ أن أحد العوامل المؤدية إليها ربما كان سيل حشرات الزيز الميتة، التي يشكل النيتروجين 10% من أجسامها. ترسل الحشرة الميتة دفقة مواد مخصبة إلى الغابة مما يعزّز نمو النبات مؤقتًا، لكن قد يتبدل الأمر لاحقًا إلى ظروف غير مواتية للطيور. ويعترف كونيج بـ«أنها فرضية غريبة جدًّا».

ولكي تتمكن من الظهور المتزامن، يجب على الحوريات بطريقة ما أن تحسب مدة بقائها تحت سطح الأرض. يقول جين كريتسكي ـ عالم الحشرات بكلية ماونت سانت جوزيف في سنسيناتي، ولاية أوهايو ـ إن الحوريات تحسب ـ كما يبدو ـ عدد المرّات التي تُورِق فيها الأشجار في فصل الربيع. وفي 2007، ظهرت بعض حشرات زيز الحاضنة الرابعة عشرة قبل وقت ظهورها المفترض بسنة، بعد ذوبان كثيف للثلوج، أورقت خلاله الأشجار، ثم أسقطت أوراقها لتظهر أوراق جديدة في الربيع اللاحق. لكن أحدًا لا يعرف كيف «يتذكر» الزيز عدد السنوات المتعاقبة منذ آخر ظهور له. يحرز الباحثون تقدمًا أكثر في سبر الآليات البيولوجية التي تتيح للزيز تبديل دورات حياته. ففي تحليل لواسمات الحمض النووي نُشِر في هذا العام (T. Sota *et al. Proc. Natl. Acad Sci. USA* **110**, 6919-6924; 2013)، طوّر فريق يضم كولي شجرة تطوريّة لزيز «ماجيسيكادا»، ووجد هذا الفريق أن مجموعات الأنواع الرئيسة انقسمت مرارًا إلى تجمعات دورات 13 عامًا و17 عامًا. ويرى الباحثون أن هذه التقسيمات يمكن تفسيرها بآليات جينية مشتركة بين هذه الأنواع. وتخطّط كريس سايمون، المؤلفة المشاركة، وعالِمة الأحياء التطوري بجامعة كونيتيكت، لمتابعة تلك النتائج بعدة دراسات جينية، من ضمنها فك تتابعات مُنْتَسخات الحمض النووي الريبي من جينات ناشطة بمراحل مختلفة في دورة حياة الزيز. إنها مهتمة بشكل خاص بسبر الميل العَرَضي لحشرات الزيز الدوريّة للظهور مُبكرًا أو مُتأخرًا 4 سنوات. هذه «الشوارد» صيد سهل، لذا.. لا تبقى على قيد الحياة عادة، لكنّ سايمون وزملاءها يشيرون إلى أن أخطاء التوقيت هي التي أتاحت نشوء حاضنات جديدة في الماضي. تقول سايمون: «إنها وسيلة لإيجاد أنواع فورية جديدة. وهذه القدرة على القفز عبر الزمن لم يسبق رؤية مثيل لها في كائنات أخرى».

وأحد الأمثلة على السفر عبر الزمن يمكن أن يحدث الآن بشمال ووسط سنسيناتي، على مسافة لا تقل عن 500 كيلومتر من منطقة وجود الحاضنة الثانية. في مايو الماضي، وثّق كريتسكي ظهور آلاف من حشرات الزيز في بقعة، كان قد رأى فيها بعض الشوارد عام 2000، قبل أربع سنوات من امتلاء المدينة بفيضان من حشرات الزيز من الحاضنة العاشرة بدورة حياة 17 عامًا. ووصول الزيز في المكان نفسه هذا العام قد يعني أن تغيّرًا بيئيًّا ـ كظاهرة الاحتباس الحراري ـ يسبب ظهورها المبكر، أو أن عاملاً وراثيًّا أحدث تغيرًا لدى بعض أعضاء الحاضنة العاشرة التي تظهر دوريًّا كل 17 عامًا، إلى دورة حياة الثلاثة عشر عامًا، حسب كريتسكي. ينبغي له الانتظار 4 سنوات أخرى لمعرفة ما إذا كان بعض «شوارد» عام 2000 عادوا إلى جدول السبعة عشر عامًا السابق. وستصل الدفقة الرئيسة للحاضنة العاشرة في 2021.

بحلول ذلك الوقت، سيبلغ عمر كريتسكي 68 سنة. وبحسب كريتسكي، تجعل أجيال الزيز الدوري متباعدة الظهور دراسته صعبة. «ربما كنت تعتقد أن بحوزتنا أجوبة كثيرة، لكننا لا نملكها. عدد قليل جدا من الباحثين شهد خمسة أجيال». ■

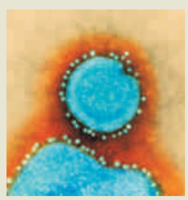


**حشرات الزيز الدوريّة تظهر في حاضنات بكثافة تصل إلى 350 حشرة في المتر المربع.**

GERRY BROOME/AP PHOTO

## المزيد أونلاين

**القصة الكبرى**



فيروس الإنفلونزا H7N9 ينتقل بسهولة بين حيوانات ابن مقرض: go.nature.com/pzwpst

CDC/SPL

**أخبار أخرى**

- زلزال من وشاح الأرض العميق بقوة غير عادية يضرب الساحل الروسي: go.nature.com/kipwjv
- الجرافين ينتج دفقات ليزر بالغة القصر: go.nature.com/nl4ahd
- بروتين له دور رئيس في عصبونات الحكّة المتخصصة: go.nature.com/8pmbec

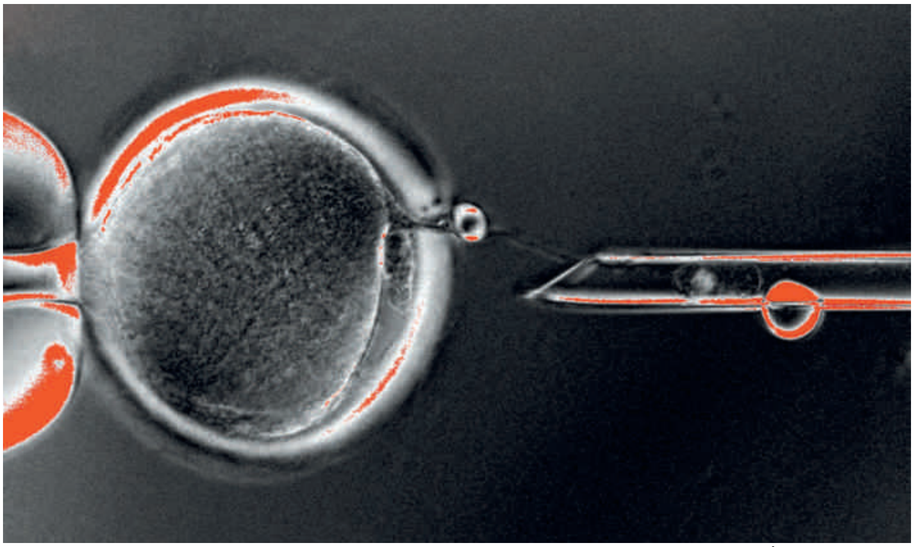
**بودكاست**




ديناصور جديد يشبه الطير؛ ما يميز الأرض عن الزهرة؛ بعض بدون حاسة الشم: go.nature.com/mzu7it



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية




رؤية مزدوجة.. أخيرًا أُنتجت خلايا جذعية جنينيّة بشريّة بالاستنساخ.

الطب التجديدي

# خلايا جذعيّة بشريّة مولَّدة بالاستنساخ

اختراق يفتح ساحة المواجهة بخطوط خلايا الراشدين المستحثّة.

**ديفيد سيرانوسكي**

قبل نحو 15 عامًا، احتُفِي به على أنه الأمل الكبير للثورة الطبية الحيوية.. ألا وهو استخدام تقنيات الاستنساخ لإنتاج أنسجة مطابقة تمامًا، من شأنها أن تعالج في يوم ما نطاقًا من الأمراض يمتد من داء السكري، وصولًا إلى مرض باركنسون. ومنذ ذلك الحين، أحاط الجدل حول أخلاقية هذه المقاربة ـ الموصومة بالاحتيال، والمهمشة في السنوات الأخيرة ـ بتقنيات منافسة. فقد أقلعت معظم فرق البحث منذ فترة طويلة عن الأسلوب الرئيس الصعب، ألا وهو إنتاج خلايا جذعية جنينية خاصة بالمريض بالاستنساخ. أعقب ذلك التَحوُّل نقاش أهدأ: أما زلنا بحاجة للاستنساخ «العلاجي»؟

من المؤكد أن دراسة شوكرات ميتاليبوف، عالم بيولوجيا الإنجابية وزملائه ـ بجامعة أوريجون للصحة والعلوم، بيفرتون ـ المنشورة مؤخرًا[1] ستُزكّي هذا النقاش. فقد أنتج ميتاليبوف وفريقه أخيرًا خلايا جذعية جنينية خاصة بالمريض نفسه بالاستنساخ، وهم متحمسون لإثبات أن هذه التقنية جديرة بالمتابعة.

يبدأ الاستنساخ العلاجي ـ النقل النووي للخلايا الجسدية (SCNT) ـ بالعملية نفسها التي استُخدمت لإنتاج «دوللي» ـ النعجة المستنسخة الشهيرة ـ في 1996: خلية مانحة من نسيج من أنسجة الجسم ـ مثل الجلد ـ دُمِجَت مع بويضة غير مخصَّبة، أزيلت منها النواة؛ فتقوم البويضة بـ«إعادة برمجة» الحمض النووي في الخلية المانحة، لتحولّها إلى الحالة الجنينية، ثم تبدأ في الانقسام حتى تصل إلى مرحلة المِفْلَجة (الكيسة الأرومية) المبكرة. ثم تُحصد هذه الخلايا وتستزرع لإنشاء خط خلايا ثابت يطابق الخلية المانحة وراثيًّا، ويمكن لهذه الخلايا أن تتحول إلى أي نوع من خلايا الجسم البشري، تقريبًا.

حاول عديد من العلماء تخليق خطوط خلايا بشرية باستخدام تقنية النقل النووي للخلايا الجسدية؛ ولم ينجح أحد حتى الآن. أشهرها المحاولة سيئة السمعة التي قام بها وُوْ سوك هوانج بجامعة سيئول الوطنية، كوريا الجنوبية، واستخدم فيها مئات البويضات البشرية، وأثبت نجاحين فقط في 2004 و2005. وسرعان ما تبين أن المحاولتين كانتا ملفقتين. لكن، أحرز بعض الباحثين قدرًا من التقدم، فوَلَّد ميتاليبوف خطوط النقل النووي للخلايا الجسدية SCNT في القردة[2] في 2007. وأنتج ديتر إيجلي ـ أخصائي الطب التجديدي بمؤسسة نيويورك للخلايا الجذعية ـ بنجاح خطوط النقل النووي للخلايا الجسدية[3] في الإنسان، لكن فقط عندما تُركت نواة البويضة داخل الخلية. ونتيجة لذلك.. كان للخلايا أعداد كروموسومات غير طبيعية، مما يحدّ استخدامها.

### محاولات تجريبية

بدأ ميتاليبوف وفريقه العمل بدراستهم الجديدة في سبتمبر الماضي، وذلك باستخدام بويضات لمتبرعات شابات، تطوعن للدراسة، استجابةً لحملة إعلانية بالجامعة. في ديسمبر، بعد بضع بدايات خاطئة، بدأت خلايا أربعة أجنة ـ استنسخها ميتاليبوف ـ في النمو. وظلّ ميتاليبوف يفكّر بينه وبين نفسه «إنها تبدو كمستعمرات.. إنها تبدو كمستعمرات». بعد ذلك، قام ماساهيتو تاتشيبانا ـ أخصائي الخصوبة من سينداي، اليابان، المشرف على انتهاء فترة انتدابه لخمس سنوات بمختبر ميتاليبوف ـ بتقطيع كتلة الخلايا (التي يصل سمكها إلى مليمتر واحد) بعصبية، ونقل الشريحة إلى أطباق استزراع جديدة، حيث استمرت في النمو. وكان هذا دليل النجاح. وألغى ميتاليبوف خططه لأعياد الميلاد. يقول ميتاليبوف: «كنت سعيدًا بقضاء إجازة عيد الميلاد في زراعة الخلايا»، وقد «تفهمت عائلتي ذلك».

تحقق النجاح بتعديل فني بسيط، إذ استخدم الباحثون فيروس سينداي المُعَطَّل (والمعروف بتحفيز اندماج الخلايا) لدمج البويضة بخلايا الجسم، وتحفيزها بهزة كهربائية لتنشيط تطور الجنين. وعندما أنتجت محاولاتهم الأولى 6 مفلجات (كيسات أرومية)، دون أن تفلح في إنتاج خطوط خلية مستقرة؛ أضافوا مادة الكافيين، لحماية البويضة من التفعيل السابق لأوانه.

ليس بين هذه التقنيات جديد، لكن هذه المرة اختبرها الباحثون في توليفات مختلفة على أكثر من 1000 بويضة قردة قبل الانتقال إلى الخلايا البشرية. يقول إيجلي: «لقد أجروا التحسينات الصحيحة على البروتوكول. إنها أنباء ضخمة. إنها مقنعة، وأنا أصدقها».

وحسب قول ميتاليبوف، استغرقت التجارب بضعة أشهر فقط. ويضيف: «يتساءل الناس: لقد قُمْتَ بذلك في القردة في عام 2007. لماذا استغرقك الأمر 6 سنوات لتحقيق ذلك في البشر؟». أغلب تلك الفترة انقضت في دراسة لوائح الولايات المتحدة لأبحاث الأجنة.

قام الباحثون بمجموعة اختبارات لإثبات أنّ خلايا النقل النووي للخلايا الجسدية لديهم تستطيع توليد مختلف أنواع الخلايا، بما فيها خلايا قلب قادرة على الانقباض ذاتيًّا.

أنتج الفريق أولى خطوط خلاياهم باستخدام خلايا جلدية جنينية؛ كما استُخلصت بعض الخلايا من متبرع مريض عمره ثمانية أشهر، يعاني اضطرابًا أيضيًّا نادرًا (متلازمة ليه Leigh syndrome)، لإثبات أن الخلايا الجذعية الجنينية يمكن أن تُستمد من خلايا متبرع أكثر نضجًا. ولا تتطلب هذه التقنية أعدادًا كبيرة (تحول دون إمكانية تطبيق التجربة) من البويضات: احتاج الأمر 15 بويضة فقط من إحدى المتبرعات لإنتاج خط خلية واحد، و5 بويضات من متبرعة أخرى لإنتاج خط ثان. يقول جورج دالي، أخصائي الخلايا الجذعية في مستشفى بوسطن للأطفال، ماساشوستس: «الفاعليّة هي الأمر المبهر».

قد تكون مثل هذه التحسينات هي التطورات اللازمة لإقناع الناس بأنّ أبحاث النقل النووي للخلايا الجسدية لا تزال جديرة بالاهتمام. تلقت المتبرعات بالبويضات في هذه التجربة مكافأة تتراوح بين 3000 و7000 دولار. وهذا باهظ، وبحسب علماء الأخلاق الحيوية، قد يهدد بخلق تجارة أعضاء تقتنص الفقراء. ولأن التقنية تتطلب تدمير الأجنة، لا يمكن استخدام المنح من معاهد الصحة الوطنية الأمريكية (NIH) في صنع أو دراسة خطوط الخلايا المستخلصة باستخدام النقل النووي للخلايا الجسدية، مما يعرقل إجراء أبحاث إكلينيكية. (يدير ميتاليبوف مختبرًا مستقلًّا للأبحاث، تموله معاهد الصحة الوطنية).

المشكلة الشائكة الأخرى هي مخاوف الجمهور من أن هذه التقنية قد تُستخدم لإنشاء نُسيلات (مستنسخات) بشرية. وقد يشعل البحث «هستيريا استنساخ» يستثمرها معارضو أبحاث الخلايا الجذعية، حسب قول برنارد سيجل، المدير التنفيذي لمعهد سياسات علم الوراثة في بالم بيتش، فلوريدا. حاول ميتاليبوف ـ لأكثر من عقد من الزمن ـ إنتاج قرد بالاستنساخ، لكن دون جدوى. يقول تاتشيبانا إنّ الدراسة التي ستُنشر لاحقًا ستشرح لماذا لا يمكن تحقيق توالد البشر بالاستنساخ باستخدام تقنيتهم في النقل النووي للخلايا الجسدية.

**NATURE.COM**
**للمزيد حول الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات، انظر:**
**go.nature.com/otnzri**



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ومع ذلك.. تحوَّل دالي ومعظم الباحثين بمجال الخلايا الجذعية إلى طريقة أخرى لتوليد خطوط خلية متطابقة وراثيًّا مع مريض مُعيَّن: برمجة الخلايا البالغة؛ للوصول بها إلى الحالة الجنينية لإنتاج خلايا جذعية مُحفَّزَة متعددة القدرات (iPS). ولا تنطوي التقنية التي ذُكرت لأول مرة في عام 2006 على استخدام بويضات أو استنساخ أو تدمير أجنة[4]. يقول ميودراج ستويكوفتش، الذي يدرس استخدامات الخلايا الجذعية المُحفَّزَة متعددة القدرات في الطب التجديدي، ويدير عيادة للخصوبة في ليسكوفاتش، صربيا: «بأمانة، الأمر الأكثر إثارة للدهشة [حول هذه الدراسة] أنّ هناك مَنْ لا يزال يبحث في النقل النووي للخلايا الجسدية البشرية في عهد الخلايا الجذعية المُحفَّزَة متعددة القدرات».

ينتظر ستويكوفتش، كالآخرين، نتائج المقارنات التفصيلية بين الخلايا الجذعية المُحفَّزَة متعددة القدرات وخلايا النقل النووي للخلايا الجسدية. فقد أظهرت أبحاث أن الخلايا الجذعية المُحفَّزَة متعددة القدرات لا تُعاد برمجتها تمامًا، وأن الخلايا الجذعية المستمدة من النقل النووي للخلايا الجسدية أكثر شبهًا بالخلايا الجذعية الجنينية المستمدة من التخصيب مخبريًّا. ويُجري ميتاليبوف وتاتشيبانا الآن دراسة، لمقارنة الخلايا الجذعية المُحفَّزَة متعددة القدرات بخلايا النقل النووي للخلايا الجسدية المشتقة من الخلية المانحة نفسها. يقول دالي: «ستكون هذه النتائج رائعة». ■


1. Tachibana, M. *et al. Cell* http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.006 (2013).
2. Byrne, J. A. *et al. Nature* **450,** 497–502 (2007).
3. Noggle, S. *et al. Nature* **478,** 70–75 (2011).
4. Takahashi, K. & Yamanaka, S. *Cell* **126,** 663–676 (2006).


سياسات العلوم

# اليابان تستهدف نمـــوًّا كبيـرًا

## الابتكار العلمي في صميم خطط الحكومة؛ من أجل النهوض بالاقتصاد.

**ديفيد سيرانوسكي**

تعكف الحكومة اليابانية على خطة لتنشيط قوتها العاملة بمجال العلوم من خلال تعزيز فرص العالمات الإناث، وجذب أفضل المواهب من الخارج، وزيادة تسويق البحوث تجاريًّا، لكن ما الجديد هنا؟ على مدى العقد الماضي، كانت للإدارات المتتابعة أهداف مماثلة، لكن لم يتم إحراز تقدم كبير. وفي هذه المرة يعتقدالمحللون والعلماء أن الأمور قد تكون مختلفة.

يحقق رئيس الوزراء الياباني شينزو آبي إنجازات كبيرة منذ اكتساح حزبه الليبرالي الديمقراطي الانتخابات، وعودته إلى السلطة في ديسمبر الماضي. لقد حفّز الاقتصاد، منهيًا 15 عامًا من الانكماش، وشحن سوق الأسهم بطاقة جديدة وأضعف سعر الين؛ لتشجيع الصادرات. يشمل مشروعه الإصلاحي استراتيجية نمو جديدة، تتمركز حول الابتكار في مجال العلوم والتقنية.

لقد خصصت حكومة آبي بالفعل مئات المليارات من الين لبحوث الفضاء والفيزياء والخلايا الجذعية، ضمن حزمة تحفيزية تم الإعلان عنها في يناير الماضي. لكن تدابير أكثر جسارة لم يُعلن عنها بعد. في 17 مايو، أصدر مجلس سياسات العلوم والتقنية— وهو هيئة التخطيط العلمي الرائدة في البلاد، ويرأسه رئيس الوزراء نفسه—المسودة الأولى لاستراتيجية شاملة مقترحة للعلوم والتقنية والابتكار، والتي تدعو لإجراء تغييرات أساسية أكثر.

تشمل تلك الاستراتيجية ـ التي ستكتمل صيغتها النهائية بنهاية هذا العام ـ أهدافًا لافتة للنظر لدعم القاعدة العلمية بالبلاد. فهي تدعو إلى أن يشكل الإناث 30% من الكوادر الجديدة بمعاهد البحوث والجامعات بحلول 2016، مقارنةً بـ 21.2% فقط في 2010. وفي مواجهة نقص عدد خريجي الجامعات، وانخفاض معدلات المواليد، تتطلع اليابان إلى فتح أبوابها للأجانب. فبموجب الخطة، سيتبوأ الباحثون الأجانب 20% من الوظائف في منظمات البحوث الرائدة بحلول 2020، و30% بحلول 2030. ستكون تلك قفزة طموحة بلا شك، مقارنةً بنسبة 3.9% فقط في 2010.

ولتوسيع نقل التقنية، تستهدف الخطة مضاعفة عدد اتفاقيات التعاون البحثي بين الجامعات والصناعة التي تتجاوز قيمة كل منها 10 ملايين ين (98 ألف دولار) بحلول عام 2030. كما تستهدف أيضًا مضاعفة أعداد براءات الاختراع، واتفاقيات التعاون الأجنبية التي تستمر لأكثر من 3 سنوات.



THE ASAHI SHIMBUN VIA GETTY

رئيس الوزراء الياباني شينزو آبي يزور مختبرًا في فوكوكا.

تحتاج اليابان إلى تعويض ما فقدته سابقًا. لقد فقدت القدرة التنافسية التي كانت تمتاز بها على الصين وكوريا الجنوبية والمنافسين الآسيويين الآخرين في صناعات كالإلكترونيات الدقيقة والأدوية. يقول يوكو إيتو، رئيس شعبة سياسات العلوم والتقنية والابتكار بالمعهد الوطني لسياسات العلوم والتقنية بطوكيو: «على مدى العقد الماضي، ظلت اليابان في ركود من ناحية الابتكار».

لقد أخفق آبي في عكس تلك الاتجاهات في عام 2006 ـ خلال فترته الأولى كرئيس للوزراء ـ بواسطة برنامج «ابتكار 25» الذي كان غير فعال بدرجة كبيرة. ومع ذلك.. يرى البعض ما يدعو إلى التفاؤل، ليس فقط بخصوص النجاح الاقتصادي، لكن أيضًا بخصوص قوة عاملة أكثر ابتكارًا. تركز الاستراتيجية هذه المرة ـ حسب قول إيتو ـ «على الحاجة إلى زرع وتنمية الموارد البشرية، لا سيما النساء».

كذلك تُظهِر هيساكو أوتسوبو ـ عالمة البيولوجيا الجزيئية بجامعة نيهون قرب فوناباشي، والمهتمة بدراسة المساواة بين الجنسين في مجال العلوم ـ تفاؤلاً حذرًا، إذ تقول إنها كانت مفاجأة سارة أنْ تسمع آبي يؤكد مرارًا وتكرارًا على أهمية تعزيز دور المرأة في عالم الأعمال، رغم أنه محافظ اجتماعيًّا، ويعارض مثلاً وصول التاج الامبراطوري إلى إناث العائلة المالكة، لكنْ ما أثار دهشة أوتسوبو أكثر كان تصريح آبي حول ضرورة التوسع في رعاية الأطفال في جميع أنحاء اليابان، وهو ما يؤكد محللون كُثر على أنه أمرٌ حاسم؛ لتمكين المرأة من الوظائف في مجال البحوث وقطاعات أخرى. تقول أوتسوبو: «إنه نمط ظاهري وراثي مختلف. ولم يكن ممكنًا أبدًا مِن قَبْل الحديث حول هذه الأمور».

وهي ما زالت تنتظر، لترى إنْ كان آبي سيُتبِع كلماته بالاستثمارات اللازمة في برامج لتقديم منح إضافية للمرأة، ولتشجيع الشركات والجامعات على توظيف النساء على كادر كبار الباحثين، وليس فقط كادر الموظفين العاديين، أم لا. تقول أوتسوبو: «هذا هو السبيل الوحيد لإمكان التغلب على الصور النمطية المتأصلة في النظام».

أمّا بييرو كارنينسي ـ خبير الجينوميات بمركز «رايكِن» RIKEN لتقنيات علوم الحياة في يوكاهاما، ذو الخبرة لمدة عقدين تقريبًا في اليابان، فلديه نصيحة لآبي، إذا كان جادًّا في اجتذاب الأجانب. وكمدير لشعبة تقنيات الجينوم الجديدة بمركز «رايكن»، يُعد كارنينسي أول أجنبي يشغل منصب مدير شعبة. وهو يرى أن أسلوب الإدارة المُوَجَّه من أعلى إلى أسفل، ومشكلات التواصل بالمختبرات، ونمط الحياة اليابانية يمكن أن تثبط القادمين من الخارج.

تتضمن وصفة كارنينسي لعلاج المشكلة إعطاء الباحثين الأجانب استقلالاً أكاديميًّا، وميزانيات معقولة للبدء، وكذلك مساعدتهم في التغلب على مشكلات اللغة. ومن الأساسيات أيضاً: توفير فرص متكافئة مع أقرانهم اليابانيين؛ للارتقاء في السلم الوظيفي.

يقول أتسوشي سونامي ـ خبير سياسات العلوم بمعهد الدراسات العليا الوطني لدراسة السياسات في طوكيو ـ إن الجهود الرامية إلى توظيف المواهب من الخارج قد تستفيد أيضًا من أحد بنود استراتيجية الحكومة للنمو: تقليل التشريعات المقيدة للأسواق والمنظمات شبه الحكومية، بما فيها الجامعات.

وحسب قول سونامي، لم يتم اتخاذ القرارات بشأن بنود الموازنة الرئيسة. وأحد الاقتراحات في الاستراتيجية الشاملة يخصص ميزانية سنوية (حوالي 50 مليار ين) لمجلس سياسات العلوم والتقنية لتمويل العلوم. وحاليًا، يُعتبر المجلس مجرد هيئة استشارية، لكنْ إلى أن يتم اتخاذ القرارات بشأن الميزانية، يرى سونامي أن هذه الاستراتيجية تبقى «مجرد حبر على ورق».

يعتقد كويتشي سوميكورا ـ من المعهد الوطني لسياسات العلوم والتقنية ـ أن كارثة فوكوشيما النووية، وما أعقبها من نقص في موارد الطاقة، يمكن أن تساعد على إبقاء الابتكار على جدول الأعمال. يقول سوميكورا: «الكارثة هي التي جعلت الأمور مختلفة حقًّا هذه المرة». وقد «تحدث السياسيون قبل ذلك عن الابتكار، دون إشارة إلى أي اتجاه حقيقي. أما الآن، فهناك حاجة واضحة إلى استرداد العافية بعد تلك الكارثة، وبناء مجتمع أقوى». ■




قام العلماء في الثمانينات الماضية ـ لأول مرة ـ بتحوير نبات التبغ؛ كي يتوهج في الظلام.

البيولوجيا التخليقية

# النباتات المتوهِّجة تُشْعِل نِقاشًا

## المنتقدون غاضبون إزاء الإطلاق المخطَّط لكائنات حية مُحَوَّرة.

**إيوين كالاويه**

من بين المشروعات الكثيرة الجاذبة للجمهور على موقع «كيكستارتر» Kickstarter مؤخرًا، نوع جديد من لحم Kobe البقري المجفف، عالي الجودة، ولوحة مفاتيح حاسوب تسمى «ويلهارب» wheelharp، ونبات ورقي صغير يتوهج في الظلام باستخدام تقنيات البيولوجيا التخليقية.

يسعى مشروع النبات المتوهج ـ الذي أنهى حملته لجمع التمويل في 7 يونيو الماضي ـ إلى تحوير نبات أرابيدوبسيس ثاليانا *Arabidopsis thaliana* ـ جرجير أذن الفأر ـ ليُشِعَّ ضوءًا خافتًا من اللونين الأخضر والأزرق، عن طريق إمداده بمجموعات جينية من اليراع (حشرات مضيئة). وفي حالة نجاح هذا المشروع غير التجاري، سيكون بإمكان آلاف المموِّلين أن يتلقوا بذورًا لزراعة تلك العشبة القوية أينما يرغبون.

ليس لدى الحكومة الأمريكية مشكلة فيما سوف يُفضي إليه هذا المشروع، لكن بعض الخبراء والمراقبين في مجال هذه الصناعة يشعرون بالقلق جدًّا تجاهه. فهم يخشون أن يُشَكِّل انتشار هذه النباتات سابقة لإنتاج كائنات حية تخليقية بلا رقابة، وقد يعزز التصور السلبي العام عن البيولوجيا التخليقية، وهي مجال تجريبي ناشئ، ينطوي على تحوير الكائنات الحية وراثيًّا؛ لأداء مهام نافعة.

يُعتبر هذا المشروع ـ ومقره منطقة خليج سان فرانسيسكو بكاليفورنيا ـ بمثابة تجربة عملية علنية لتطبيق البيولوجيا التخليقية، باستخدام برمجيات كتابة الجينات وجزيئات حمض نووي مُخَلّقة مخبريًّا. كما يعكس المشروع أيضًا تأثير حركة «بيولوجيا افعله بنفسك» Do-It-Yourself Biology، التي تسعى لإتاحة التكنولوجيا الحيوية للجمهور. يقول أنتوني إيفانز، رجل الأعمال، والمؤسس المشارك للمشروع: «الهدف المحوري لهذا المشروع هو إلهام الناس وتثقيفهم حول هذه التقنية».

يعتزم إيفانز وزميلاه عُمري أميراف دروري ـ مؤسِّس شركة برمجيات البيولوجيا التخليقية (جينوم كومبايلر) في بيركلي بكاليفورنيا، وكايل تايلور ـ طالب دراسات عليا سابق في البيولوجيا بجامعة ستانفورد بكاليفورنيا ـ جَعْل نبات أرابيدوبسيس يتوهج. فقد بدا لهم إنجاز الأمر ممكنًا باستخدام معمل بسيط بمرآب (جراج) المنزل. يقول إيفانز: «قد لا يكترث بعض العاملين في دوائر البيولوجيا التخليقية بما نعمله».

كان جعل النباتات متوهجة ممكنًا منذ الثمانينات الماضية، حين أضاف العلماء جين ترميز إنزيم لوسيفريز اليراع إلى نبات التبغ، الذي أضاء وقتيًّا عند رَشِّه بمادة الركيزة الكيميائية لوسيفرين (D. W. Ow *et al*. *Science* **234**, 856–859; 1986). وفي 2010، حوّرت مجموعة باحثين أخرى نبات التبغ؛ ليعطي وهجًا خافتًا باستخدام جينات بكتيرية (A. Krichevsky *et al*. *PLoS ONE* **5**, e15461; 2010). وفي 2010 أيضًا، قام فريق آخر ـ من جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة ـ بتخليق مجموعة جينية في البكتيريا، قادرة على إنتاج كل من إنزيم لوسيفريز اليراع، ومادة لوسيفرين، كي تُطلق البكتيريا وهجًا مستمرًا (go.nature.com/4nxcao). ويخطط فريق عمل النبات المتوهج لتعديل وضبط الجينات؛ كي تعمل في النباتات.

وسوف يكافأ أكثر من 7700 داعِم وممِّول لهذا المشروع بملصقات وقمصان تُصَوِّر نباتات متوهجة، أو مزهريات بشكل مصابيح كهربية. وقد أدّى الجهد المبذول إلى جمع ما استهدفه المشروع مبدئيًّا من تمويل بقيمة 65 ألف دولار، قبل الموعد المحدد بعدة أسابيع، بل تخطت التبرعات 400 ألف دولار في 28 مايو الماضي. وبهذا الفائض من المال، يحاول إيفانز وفريقه أن يُصَنِّعوا زهورًا متوهجة أيضًا. إنهم لا يتقاضون أجورًا، ويستعيرون المعامل ومساحات بالمشاتل الدافئة. يقول ماكنزي كاول، مؤسس شركة جينيفو Genefoo لإمدادات التكنولوجيا الحيوية، بسان فرانسيسكو: «إنها حقًّا إشارة إيجابية للبيولوجيا التخليقية أنْ يكون هناك اهتمام على مستوى الإجماع الكبير بأشياء معدلة وراثيًّا». وكان كاول قد قدَّم مبلغ 250 دولارًا؛ دعمًا لهذا الجهد.

أمّا درو إندي، عالم البيولوجيا التخليقية بجامعة ستانفورد، فيتساءل عن كمّ الضوء الذي ستتمكن النباتات من بعثه، باعتبار قدرة النبات المحدودة على تجميع الطاقة من الشمس، وتحويلها ثانيةً إلى ضوء: «دعك من جانب الهندسة الوراثية المنخرطة في المشروع. ما يعنيني هو ما تقوله الفيزياء عن جدوى هذا المشروع».

يسأل موقع المشروع «كيكستارتر» Kickstarter: هل هذا العمل قانونيّ؟ وتأتي الإجابة: «نعم، إنه كذلك». يقول إيفانز إنه وفريقه قد اتصلوا بوكالة تفتيش صحة الحيوان والنبات (APHIS)، التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية، التي تُقنِّن النباتات المعدلة وراثيًّا في حالة استخدام المُمْرِضات النباتية. كان قلق الوكالة الرئيس حول إنْ كان الحمض النووي المستخلص من مُمْرِضات البكتيريا الزراعية Agrobacterium سيُستخدم لإدخال جينات غريبة، كما تفعل عادةً جهود تعديل النباتات وراثيًّا، أم لا. وقد أخبر متحدث باسم الوكالة لدَوْريّة «نيتشر»: «ما دامت البيولوجيا التخليقية لا تشكل خطرًا على النبات، فالوكالة لا تتدخل».

ولتجاوُز هذا القلق، سيقوم فريق النبات المتوهجة باستخدام تلك المُمْرِضات فقط أثناء المرحلة التحضيرية لمجموعة جينات إنزيم لوسيفريز. أما عند إنتاج النباتات بغرض التوزيع، فسيقوم الفريق بنقل الجينات إلى خلايا النبات باستخدام جهاز قذف باليستي يُسمَّى «بندقية الجينات»، وهي عملية تعتبرها وزارة الزراعة خارج نطاق اختصاصاتها. (انظر: *Nature* **475**, 274–275; 2011).

تحتاج مثل تلك المُطاردات التنظيمية إلى تدقيق، حسب قول تود كوايكن، الذي يَبحث في قضايا البيولوجيا التخليقية بمركز وودرو ولسون الدولي للباحثين، وهو مركز فكري بالعاصمة واشنطن. ورغم أن لديه تخوُّف من انتقال الأرابيدوبسيس المتوهج إلى الشوارع، فإنه يرى أن افتقاد الرقابة على مشروعات مستقبلية بمخاطر أكثر قد يكون إشكاليًّا.

تقول أليسون سنو، خبيرة البيئة بجامعة أوهايو في كولومبس ـ التي تدرُس مخاطر النباتات المعدلة وراثيًّا ـ إنّ وصول تلك النباتات الي البيئة البرية لن يكون في صالح العلاقات العامة لعلماء البيولوجيا التخليقية. ويرجح

### تقرير متوهج

### ازدهار مضيء حيويًّا

لا ينفرد مشروع النبات المتوهج بهذه الغزوة نحو إتاحة الكائنات المعدلة وراثيًّا للجمهور. فسَمَك الزرد المُحوَّر (*Danio rerio*)، الذي ينتج بروتينًا فلوريًا، متاح في الأسواق منذ 2003، رغم حظر بيعه في دول الاتحاد الأوروبي، وكندا، وأستراليا، وولاية كاليفورنيا. كما أخطرت شركة بيج جلو (التوهج الكبير) BigGlow التجارية ـ في مدينة سانت لويس بولاية ميسوري ـ وزارة الزراعة الأمريكية في العام الماضي بخططها لإنتاج نباتات باعثة للضوء، لكن الشركة لم تعلن إلا عن تفاصيل قليلة.

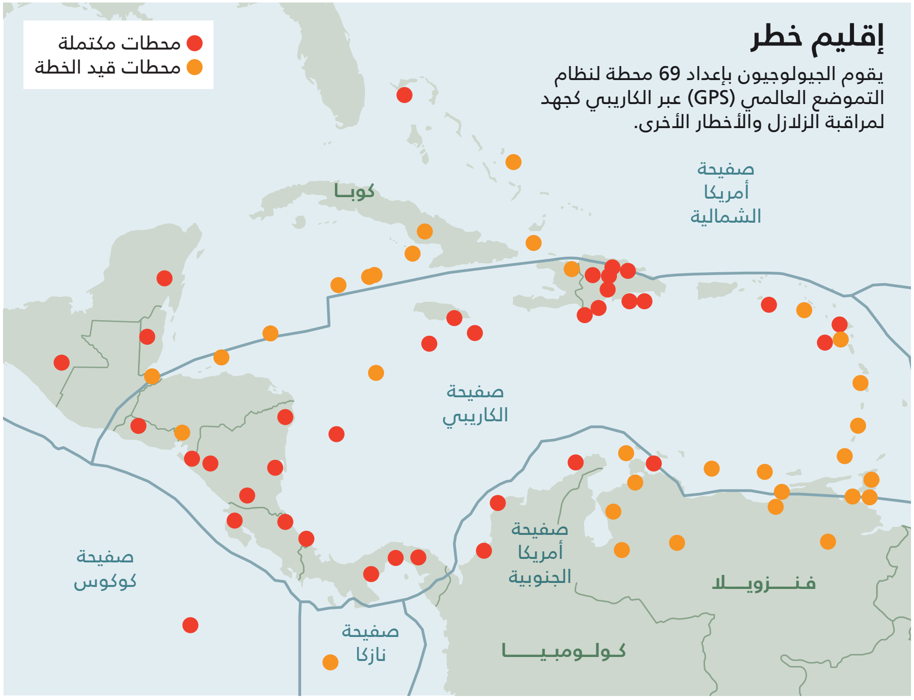


تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أن يدعم الناس البيولوجيا التخليقية عندما ترتبط بإيجاد علاجات للأمراض، أو تصنيع وقود حيوي نظيف. وتقول: إن «هذا التطبيق [للبيولوجيا التخليقية في النبات المتوهج] عبثي» (انظر: «ازدهار مضيء حيويًّا»).

بعض الناس غاضبون بالفعل.. فمنظمة الضغط الكندية ETC في أوتوا، ذات تاريخ في معارضة تطبيقات البيولوجيا التخليقية قد أطلقت حملة «كيكستوبر» kickstopper ضد مشروع النبات المتوهج، وتنظر في الخيارات القانونية المتاحة لإيقافه.

يقول إيفانز إن فريقه سيحوّر ـ على الأرجح ـ نوعًا من نبات أرابيدوبسيس، يحتاج إلى التغذية بمُكملات غذائية ليبقى حيًّا، مما يقلل فرص انتشاره. ويعتزم الفريق إجراء حوار عام حول قضايا المشروع الأخلاقية والقانونية والبيئية قبل البدء في شحن أي بذور. يقول إيفانز: «هذه حملة لجمع التمويل، وليست إطلاقًا فعليًّا للنبات». ■




فيزياء الأرض

# شَــبَكة لمراقبــة أخطــار الكاريبي

إنّ جهود البلدان المتعددة هي اختبار للدبلوماسية العلمية.

**أليكسندرا ويتز، كانكون، المكسيك**

بعض الجيوفيزيائيين الأمريكيين ذاهبون إلى حيث لم يذهب سوى قليل من مواطنيهم من قبل: كوبا، وفنزويلا، وبلدان أخرى شديدة العداء لأمريكا. إنّ هذه البلدان تُصاب أيضًا بكوارث طبيعية، كالزلازل، ولهذا.. يقوم المهندسون بتغطية منطقة الكاريبي بشبكة مجسّات للكشف عن توترات القشرة الأرضية، أو عواصف تتشكل؛ فتهدد الإقليم.

النتائج المبكرة الخاصة بمنظومة أمريكية بلغت تكلفتها 6 مليون دولار، وهي شبكة التشغيل المستمر لرصد الكاريبي (COCONet)، أو «كوكونِت» ـ بواسطة نظام التموضع العالمي ـ التي مولتها مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية (NSF)، قُدمت في كانكون بالمكسيك، بتاريخ 17 مايو الماضي، في اجتماع اتحاد الجيوفيزياء الأمريكي للأمريكتين. ويُذكر أن «كوكونت» مجرد فرع لجهد آخر يتبع مؤسسة العلوم الوطنية، قام خلال العقد الماضي بنشر مجسّات نظام التموضع العالمي (GPS) بغرب الولايات المتحدة. يقول جلين ماتيولي، مدير برنامج بمشروع UNAVCO (منظمة للمسح الجيوديسي، مقرها بولدر، كولورادو، وتدير مشروع «كوكونت»): يعتبر المشروع الأسبق لعبة أطفال مقارنةً بالعمل مع 31 حكومة وطنية مستقلة، كثير منها لا يثق بالولايات المتحدة.

في وجود شبكة «كوكونت»، يكتسب الجيولوجيون عبر إقليم الكاريبي منفذًا متاحًا للبيانات، سيساعدهم في فهم الأخطار الطبيعية، كالزلازل والأعاصير، والاستعداد لها، لكن لو لم يتبنَّ هؤلاء العلماء مشروع الشبكة، باعتباره العمود الفقري طويل الأمد للأرصاد بهذا الإقليم؛ فسيضيع كغيره من جهود حسنة النية ـ لكنها فاشلة ـ لإذابة الفروق بين الأمم وبناء القدرة العلمية. وبالنسبة إلى معظمها، يستحق هذا الأمر المغامرة. فـ«إنّ لم تراهن، فلن تفوز»، حسب قول فرانك أوديمارد، الجيولوجي بالمؤسسة الفنزويلية لبحوث الزلازل بكراكاس.

تُقام محطات شبكة «كوكونت» في أماكن متنوعة، كمنحدرات الغابات المطيرة الحادة وجزر الشعب المرجانية المنعزلة (انظر: «إقليم خطر»). وتحتوي كل محطة على أجهزة رصد الطقس، مع وحدة نظام التموضع العالمي (GPS)، وتقومان بمراقبة الحركات الأرضية باستمرار، وفي حالات كثيرة تُرسَل تلك البيانات فورًا ولحظيًّا. ومؤخرًا، قامت منظمة المسح الجيوديسي (UNAVCO) ببناء أو تحسين 38 موقعًا من 69 موقعًا قيد خطتها. على الأقل، ألحقت بالشبكة 61 محطة موجودة فعلًا.

يقول ماتيولي إن المشروع أحرز تقدمًا غير متوقع في الحصول على التصاريح الضرورية لإقامة المحطات. وهذا ينطبق حتى على كوبا، حيث أقرت السلطات إقامة محطات «كوكونت» التي كان مقررًا وصولها في يونيو، رغم أن المسؤولين الأمريكيين ما زالوا يعملون على إنجاز التصريحات اللازمة.

وبإيعاز من تجربة زلزال «هايتي» المدمر في 2010، تعمل الشبكة حاليًا على إكمال الصورة غير المكتملة عن اضطراب الإقليم جيولوجيًا. فمثلاً، قبالة ساحل المحيط الهادي بكوستاريكا، تعتبر محطة «كوكونت» بجزيرة كوكو المنعزلة هي محطة نظام التموضع العالمي الوحيدة التي ترصد صفيحة «كوكوس» التكتونية أثناء غوصها تحت صفيحة الكاريبي التكتونية. وتوضح البيانات أن الصفيحتين تتقاربان بمعدل 78 مليّمترًا سنويًّا. إنّ معلومات كهذه ستمكِّن الجيوفيزيائيين من تنظيم أفكارهم عن حركة الصفائح بالإقليم، حسب قول مارينو بروتّي، الجيولوجي بجامعة كوستاريكا الوطنية في هيريديا، الذي قدَّم النتائج التي توصل إليها في مؤتمر كانكون.

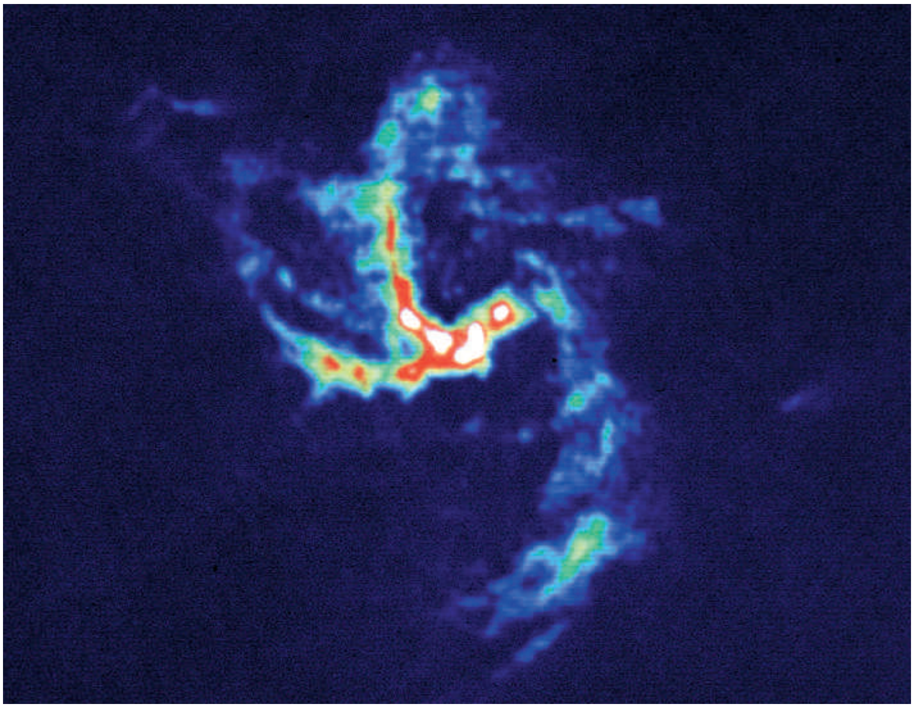
هناك محطات أخرى تتبع شبكة «كوكونت» تَنتشر حول شبه جزيرة نيكويا، كوستاريكا، أحد أماكن قليلة على وجه الأرض تقع مباشرة فوق منطقة انحشار (تداخل) تكتوني. ففي سبتمبر 2012، هزّ نيكويا زلزال بمقياس 7.6 درجة. يقول بروتي: «ساعدتنا شبكة «كوكونت» لنرى أن الحدث لم يؤثر على الصفيحة التكتونية بكاملها». ويعتقد بروتي أن الإجهاد الباقي بالصفيحة قد يطلق هزة أرضية شديدة أخرى.

وبجانب مراقبة حركات القشرة الأرضية، تمكّن بيانات نظام التموضع العالمي علماءَ الغلاف الجوي من قياس كمية بخار الماء العالقة في الهواء بين كل محطة وأقمار نظام التموضع الاصطناعية، بناءً على التأخير في زمن وصول الإشارة. ويَعتبر جون براون ـ عالِم الأرصاد الجوية بالمؤسسة الجامعية لأبحاث الغلاف الجوي ببولدر، كولورادو ـ أن تلك المعلومات ومضة لحظية نادرة عن كمية الماء المتاحة لإمداد الأعاصير.

إن شبكة «كوكونت» تجني فوائد مجتمعية غير متوقعة. ففي جمهورية الدومينيكان، يتشوق القائمون بمسح الأراضي لاستخدام محطات الشبكة التسع ببلادهم، امتثالاً لقانون العقارات الذي يتطلب مسحًا دقيقًا لقطع الأرض المعروضة للبيع، حسب قول ألكساندر هولستاينسون من جامعة بيدرو هنريكيز أورينيا الوطنية، بالعاصمة سانتو دومنجو.

ومع ذلك.. ينتهي تمويل شبكة «كوكونت» في 2015، ولا أحد يعلم ماذا سيحدث حينذاك. يقول جيوقوان وانج ـ الجيوفيزيائي بجامعة هيوستن بتكساس، وعضو مشروع «كوكونت»، الذي طور شبكة نظام تموضع عالمي في بويرتوريكو والجزر العذراء ـ إنه سيتوجب على كل بلد أن يجد المال اللازم لاستمرار تشغيل المحطات لديه. وهذا يعني أنه لا بد للبلاد المضيفة أن تجد عائدًا من وراء هذا المشروع، حسب قول هيكتور مورا بايز، رئيس شبكة نظام التموضع العالمي بـ«مصلحة المساحة الجيولوجية الكولومبية» بالعاصمة بوجوتا. ويقول: «عليك أن تُشْعِر الشعوب هنا بأنها معنيّة». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



NRAO/AUI

سحابة غاز تدور حول ثقب أسود بمركز مجرة درب التبانة (ترى هنا بانبعاث أشعة الراديو).

فلك

# العثــور على نجــم مغناطيسي عنــد ثقــب أســـود عمـــلاق

نجم نيتروني ممغنط قد يختبر نظرية أينشتاين.

**يوجين صمويل رايش**

لم يستطع ديل فريل مقاومة احتمال أن يشاهد ثقبًا أسود وهو يبتلع فريسته. وكان فريل ـ المسؤول عن مجموعة المراصد الكبرى (VLA) المكوَّنة من تليسكوبات راديو قرب سوكورو في نيومكسيكو ـ قد رأى تقريرًا مؤخرًا عن وهج دام طويلًا، يصدر عن مركز مجرة درب التّبانة، حيث مأوى ثقب أسود هائل الكتلة يُدعى القوس-أ* (Sgr A*). كان الفلكيون يظنون أن الوهج ربما يكون علامة على سحابة غاز كانوا يتعقبونها، وقد بدأت دوامة موتها في الثقب الأسود.

كان فريل متشككًا.. فلم يكن موت السحابة متوقعًا حتى حلول فترة ما بين سبتمبر في العام الحالي، ومارس في العام التالي، لكن فريل لم يكن يريد المخاطرة بتفويت مشاهدة الحدث ساخنًا. ففي غضون ساعات من رؤية التقرير، كان قد وَجّه أطباق مجموعة تليسكوبات الراديو صوب المشهد، فلم يجد شيئًا لافتًا. كان فريل حائرًا.. إنْ لم يكن الوهج لوصول سحابة الغاز، فما عساه أن يكون؟

جاءت الإجابة عاجلة من التليسكوبات الأخرى التي تشاهد الدراما الدائرة بمركز المجرة: كان الوهج قادمًا من نجم مغناطيسي، وهو نوع من النجوم النابضة عالية التمغنط، أو نجم نيوتروني دوّار. كان موقعه القريب من القوس-أ* يجعل الكشف نفيسًا، إذ يمكن استخدام

NATURE.COM
للمزيد حول الثقب الأسود بمجرة درب التبانة، انظر:
go.nature.com/apzhzf

نبضات الراديو المنتظمة من النجم المغناطيسي لقياس اعوجاج الزمان والمكان قرب الثقب الأسود الضخم، واختبار تنبؤات النظرية النسبية العامة لأينشتاين.

يقول جيفري باور، عالِم الفلك الراديوي بجامعة كاليفورنيا، بيركلي، الذي قاد المشاهدات الأخيرة لمجموعة التليسكوبات الضخمة (VLA): «ثمة اهتمام كبير في العثور على نوابض حول الثقوب السود هائلة الكتلة، وهذا هو المثال الأول»، ويضيف باور: «هناك الكثير الذي يمكن أن نتعلمه من هذا».

كان الاكتشاف العرضي للنجم المغناطيسي مُنتَجًا ثانويًّا لاهتمام الفلكيين بوصول سحابة غاز تُسمَّى G2. السحابة، البالغة كتلتها ثلاثة أضعاف كتلة الأرض، رُصدت لأول مرة قرب القوس-أ* في 2012 (وعُثر عليها لاحقًا في بيانات 2002). سيتيح وصولها تبصرًا بكيفية تعاظم الأشياء إلى قرص دوّار في دوامة من المادة حول ثقب أسود، فضلًا عن إتاحة فرصة للفلكيين، كي يقيسوا الوقت الذي تستغرقه الأشياء لتُلتقَط وتُبتلع.

كل شعاع من الانبعاثات الصادرة عن القوس-أ* يطلق عاصفة من التكهنات، مما يكثف دورة الرصد (المشاهدات) المعتادة، والمتابعة المنسقة التي تميِّز العلم الفلك عالي الطاقة. فالعديد من مديري التيليسكوبات يقومون بجدولة أرصاد إضافية لمركز المجرة. وتقوم مجموعة التليسكوبات الكبرى، مثلًا، بالفعل بمسح ترددات الراديو حول القوس-أ* كل شهرين، وستقوم بذلك شهريًّا بمجرد وصول G2.

يقول ستيفان جِلِسِن، الفلكي بمعهد ماكس بلانك للفيزياء الأرضية، جارشنج، ألمانيا، وهو الذي نشر في العام الماضي أن سحابة G2 في طريقها إلى القوس-أ* (S. Gillessen *et al*. *Nature* **481**, 51–54; 2012): «لا أعتقد أنه كان في أي وقت مضى مثل هذا الحشد الكبير من التليسكوبات الموجهة إلى مركز المجرة». ويُرجِّح أن يعرِّض سعار رصد سحابة G2 للخطر أعمال رصد مجدولة بشكل معتاد. ويبدي بعض الفلكيين قلقًا من أنّ المردود قد يكون مخيبًا للآمال. تقول أندريا جيز ـ وهي فلكية تدرس سحابة G2 بجامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس ـ إن أرصادها للأشعة تحت الحمراء في تليسكوبات كيك Keck في مونا كيا بجزر هاواي توحي بأن G2 قد لا تكون سحابة غاز، وربما نجمًا محاطًا بالغاز. إنْ أصابت؛ فإن القوس-أ* قد يبتلع بعض الغاز، لكن سيكون لدى النجم العزم الكافي للهرب والإفلات من قبضة الثقب الأسود. وستكون المحصلة إخفاقًا مجرّيًّا، لا ألعابًا نارية. تقول جيز: «أخشى أن يكون هذا الأمر مضخّمًا جدًّا».

وحتى الآن، أثمر التركيز على مركز المجرّة ما كان غير متوقع. فقد دفع وهج أشعة إكس المنشور فيونا هاريسون ـ فلكية تقود مجموعة تليسكوب التحليل الطيفي النووي (NuSTAR) التابع لوكالة ناسا ـ إلى توجيه التليسكوب الفضائي الذي يعمل بالأشعة السينية نحو القوس-أ*. ومثل فريل، شكّت هاريسون في أنْ يكون للوهج أي شأن مع السحابة G2، لكنها تعتقد أن قدرة مجموعة تليسكوب ناسا على رصد توقيت الأحداث بدقة قد توضح الموقف. والمؤكَّد، أنه في 26 أبريل، رصدت مجموعة تليسكوب ناسا إشارة أشعة سينية تومض كل 3.76 ثانية، وهي إشارة إلى أن نجمًا نابضًا يدور بهذا المعدل. وفي 29 إبريل حدَّد مرصد تشاندرا بالأشعة السينية موقع النجم المغناطيسي أنه على بُعد 0.12 فرسخ فلكي (0.38 سنة ضوئية) من الثقب الأسود، أي أنه قريب، لكن أبعد كثيرًا من سحابة G2.

وفي 4 مايو، تعرَّف تليسكوبا ناسا NuSTAR، وسويفت ـ اللذان رصدا مكان الوهج الأصلي ـ بشكل حاسم على جرم باعتباره نجمًا مغناطيسيًّا بإظهاره وقد تباطأ تدريجيًّا في معدل دورانه. ويتسق هذا التباطؤ مع وجود مجال مغناطيسي عال، يُمَكِّن النجم من إشعاع طاقة أسرع من النجم النابض العادي.

يُذكر أن أربعة عشر نجمًا مغناطيسيًّا، من ضمنهم هذا، تم العثور عليها في عموم منطقة مركز المجرة. ويدعم هذا العدد الكبير الفكرة القائلة بأن النجوم المغناطيسية تميل إلى التشكُّل من سكرات موت النجوم اللامعة الثقيلة الشائعة هناك، حسب قول كريسّا كوفيليتو، خبير النجوم المغناطيسية بمركز مارشال للتحليق الفضائي، هنتسفيل، ألاباما، التابع لوكالة «ناسا».

تزوِّد النتائج الفلكيين أيضًا بأداة لدراسة الظروف قرب الثقوب السوداء هائلة الكتلة. وحسب النظرية النسبية العامة لأينشتاين، فإن الساعات في مجالات الجاذبية العالية تدور ببطء، نتيجة لاعوجاج الزمان والمكان. لذلك.. إذا كان النجم المغناطيسي يسلك مدارًا إهليلجيًّا حول الثقب الأسود، فإن معدل دورانه الشبيه بالساعة ينبغي أن يُسرع ويبطئ تبعًا لاختلاف المسافة بينه وبين الثقب الأسود. وهذا التأثير بشيء من الحظ قد ينفك عن التباطؤ التدريجي الذي يسببه مجال المغناطيسية للنجم المغناطيسي.

يرى فريل أن اكتشاف النجم المغناطيسي أظهر أنّ كل هذه الإثارة والحماسة حول سحابة G2 مبررة. يقول فلكيون يراقبون سحابة G2 إنها قد تقدِّم استثارة أكثر بكثير عندما تصل في النهاية مركز المجرة. فلم تثبطهم حقيقةَ أنّ إحدى أولى علامات اقتراب وصولها اتضح أنها شيء مختلف تمامًا. يقول فريل: «أتمنى لو كانت كل تجاربنا الفاشلة جيدة هكذا». ■



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

منظمة الصحة العالمية

# المنظَّمة تُحْكِم سيطرتها على الميزانية

## إصلاحات لزيادة المرونة، وتحويل الإنفاق نحو الاضطرابات غيْر المُعدية.

**ديكلان بتلّر**

مُنذ ثلاثة أعوام فقط، كانت مُنظمة الصحة العالمية (WHO) تواجه مشكلات ماليّة عميقة، بعجز بلغ 300 مليون دولار. واليوم، يبدو مُستقبل المنظمة أكثر إشراقًا. فمؤخرًا، صَوَّتت الجمعية العامة للصحة العالمية ـ وهي المُلتقى السنوي في جنيف، سويسرا، لوزراء صحة الدول الأعضاء الحاكمة بمنظمة الصحة العالمية، البالغ عددها 194 دولة ـ لصالح إجراء إصلاحات جوهرية في الميزانية، من شأنها أن تضع المنظمة على أساس مالي أكثر رسوخًا.

كما اتخذت المنظمة أيضًا إجراءات تهذيب وترتيب أولويات عملها الذي يشير المنتقدون إلى انتشاره بضآلة بالغة وعدم فاعلية منذ فترة طويلة. وبأخذ كل ذلك معًا، تشير إصلاحات الميزانية وتنظيم المنظمة بوضوح «إلى جهد ظاهر وملموس، لترتيب بيتها على مستويات عدَّة» حسب قول باري بلوم، خبير الصحة العالمية في كلية الصحة العامة بجامعة هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس، ومدافع مُتَحَمِّس عن إصلاح منظمة الصحة العالمية.

لا تُظهِر الميزانية البالغة 3.98 مليار دولار (التي أقرّتها الجمعية العامة للسنة المالية 2014-2015) أيّ نمو، مقارنةً بميزانيّة منظمة الصحة العالمية للفترة من 2012-2013، التي بلغت آنذاك 3.96 مليار دولار، بل تسجل انخفاضًا طفيفًا إذا ما أُخذ تأثير التضخم في الاعتبار. وتتماشى الأرقام مع تهاوي الإنفاق العالمي على الصحة العالمية بعد عَقْد النموّ السريع الذي شَهِد تحولا كبيرًا للإنفاق المُخَصَّص للصحة العامّة إلى لاعبين جُدد (انظر: «ذروة الإنفاق الصحي»). وقد أرغم تجميدُ الإنفاق عند الحد الراهن المنظمةَ الدولية على اتخاذ بعض الخيارات الصعبة، إذ يُظْهِر تقسيم مخصصات الميزانية تحوّلاً في الإنفاق، بعيدًا عن الأمراض المُعدية ـ باقتطاع 72 مليون دولار، مما يخفِّض النفقات إلى 841 مليون دولار ـ باتجاه العمل على الأمراض غيْر المُعدية، مثل أمراض القلب، والأوعية الدموية، والسرطان. وقد تلقَّت هذه الأمراض زيادة بقيمة 54 مليون دولار؛ لتصل مخصصاتها إلى 318 مليون دولار. ومن شأن هذه التغييرات أن تصحّح ـ حسبما يقول الخبراء ما يُعتبر ـ تشوهًا غير ملائم في ميزانية المُنظمة. كما يرتبط ذلك أيضًا بخطط على مستوى عمل الأمم المتحدة من أجل الدفع عالميًّا نحو خفض أعباء الأمراض غيْر المُعدية، لا سيما من خلال تعزيز نظم الرعاية الصحية في الدول الأكثر فقرًا، حيث غالبًا ما تُهمَل هذه الأسقام هناك، لكن مع عدم إقرار أي زيادة في الميزانية، يكون إجراء اقتطاعات في بعض القطاعات أمرًا حتميًّا إذا أُريد لقطاعات أخرى أن تنمو.

وفي عالم يواجه تفشِّي إنفلونزا الطيور (H7N9) في الصين وفيروس كورونا الجديد في الشرق الأوسط ـ وكلاهما يمثل تهديدات وبائية مُحتَمَلة ـ يشعر بعض خبراء الصحة العامة بالقلق إزاء اقتطاع نسبة 51% من الإنفاق المُخَصَّص من قِبَل منظمة الصحة العالمية «للاستجابة للأزمات واندلاع الأوبئة» من 469 مليون دولار إلى 228 مليون دولار. ويقول جودينز سيلبرشميت، أحد كبار مستشاري المدير العام لمنظمة الصحة العالمية مارجريت تشان، إن هذا الاقتطاع يعكس في الأساس صعوبةَ التنبؤ باحتياجات الإنفاق لعمل مثل الاستجابة لمقتضيات اندلاع الأمراض. ويضيف: «عند حدوث أزمات، ستسعى منظمة الصحة العالمية إلى الحصول على تمويل طارئ من الدول الأعضاء». ويقول: «إذا أصبح انتشار فيروس (H7N9)، أو فيروس كورونا سيئًا، فمن الواضح أن الدول الأعضاء المانحة ستكون مُستعدَّة لتقديم المزيد».

وحسبما يقول سيلبرشميت، فإن منظمة الصحة العالمية في الواقع تقوم بتوسيع عملها، استعدادًا لاندلاع الأوبئة والاستجابة لانتشارها، وغير ذلك من تهديدات الصحة العالمية. فالمنظمة تشهد تحولًا نحو مساعدة البلدان للاستجابة بنفسها، عوضًا عن الاعتماد على منظمة الصحة العالمية كفرقة مطافئ عالمية. وسيزداد إنفاق خط مستقل في الميزانية، مُكَرَّس لهذا الغرض ـ أي التأهُّب والمراقبة والاستجابة ـ بنسبة 32%؛ ليصل إلى 287 مليون دولار.

ينطلق هذا التحول من اتفاقية عام 2007 التي عُقدت بين الدول الأعضاء في منظمة الصحة العالمية، تتبنى بموجبها مجموعة من القواعِد المُلزِمة قانونيًّا بشأن تناول اندلاع الأمراض أو تهديدات الصحة العامة الأخرى ذات الأهمية العالمية المحتملة: وهي لوائح تنظيم الصحة الدولية (IHR). وهذه القواعد ـ التي تمثل إلى حد كبير استجابةً للضعف الذي شوهد في استجابات بعض البلدان لاندلاع أمراض سارس (SARS) وإنفلونزا الطيور المعدّل وراثيًّا (H5N1) في أوائل العَقْد الماضي ـ تلزم البلدان بوضع سلسلة من التدابير موضِع التنفيذ؛ لتمكين اتخاذ الإجراء المُناسِب في حال حدوث اندلاع الأوبئة. وتشمل هذه التدابير إنشاء شبكات مراقبة الأمراض وآليات الإبلاغ، وكذلك إقامة مُختَبرات وغيرها من البِنَى التحتية الأساسية.

ويبيِّن تقرير مرحليّ ـ قدمته تشان في اجتماع المنظمة الدولية في أواخر مايو الماضي ـ أن دولًا قليلة فقط قد استطاعت بالفعل الوفاء بالموْعِد المقرر لوضع هذه التدابير موضع التنفيذ في يونيو 2012. يقول آدم كامرات سكوت، الباحث في السياسات الصحية بجامعة سيدني في أستراليا: «لن تكون لوائح تنظيم الصحة الدولية فعَّالة على الإطلاق، ما لم تنشأ تلك البِنَى التحتية اللازمة للمُراقبة والمُختبرات».

يتضمن التغيير الأكبر في ميزانية مُنظمة الصحة العالمية تفاصيل عن هيكل مالي جديد. فقد عانت المنظمة طويلًا من حقيقة أنها تملُك السيطرة الكاملة على جُزء صغير فقط من ميزانيتها، وهو الأموال الآتية من رسوم العضوية لأعضائها البالغين 194 دولة، بينما يأتي الجُزء الأكبر ـ ويمثل نسبة 77% ـ من ميزانية 2014-2015 من الإسهامات الطَّوْعيّة المُقدَّمة من الدول الأعضاء، وغيرها من الجهات المانحة.

عادةً ما يتم تخصيص التبرعات الطوعيّة مسبقًا، حسب أولويات تفضيلية لدى المتبرعين. ونتيجة لذلك، يتعرض عمل منظمة الصحة العالمية للسحب في جميع الاتجاهات بواسطة الجهات المانحة، وغالبًا ما يكون ذلك بدون توفير تمويل مناسب لتغطية تلك الاهتمامات. يقول سيلبرشميت إن «الأسوأ من ذلك، هو أن الجمعية وافقت ـ حتى الآن ـ على مكوّن الميزانية الخاص برسوم العضوية فقط، بينما يمكن أن تتفاوت الإسهامات الطَّوْعيّة التي تم التعهُّد بها بنسبة تصل إلى 30%»، مما يجعل تخطيط عمل ومشروعات المنظمة صعبًا.

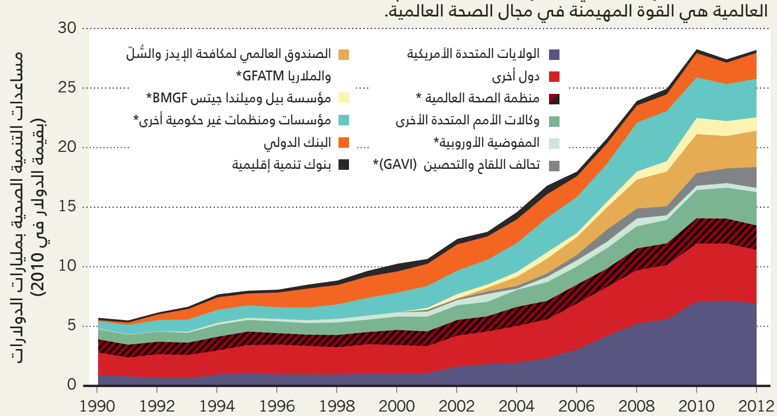
من الآن فصاعدًا، سوف تكون الإسهامات الطَّوْعيّة التزامات ثابتة، بدلًا من كونها مُجرد تعهُّدات. هناك ابتكار آخر، هو قاعدة تسمح لمنظمة الصحة العالمية بتحريك نسبة تصل إلى 5% من أحد خطوط (مخصصات) الميزانية إلى آخر، مما يوفر المرونة اللازمة للتعامل مع الاحتياجات غيْر المتوقَّعة.

يصف كامرات سكوت هذه التغييرات بأنها «إصلاحات ملموسة بشكل واضح بالنسبة إلى قدرة منظمة الصحة العالمية على إدارة شؤونها الماليّة». كما أنها تُحَدِّد للعامَّة ـ بشكل أكثر وضوحًا بكثير ـ حجم الأموال التي تتلقاها منظمة الصحة العالمية بالضبط، وأين تذهب هذه الأموال.

يقول لورنس جوستِن، رئيس مركز التعاون مع منظمة الصحة العالمية بشأن قانون الصحة العامة وحقوق الإنسان بجامعة جورج تاون في واشنطن: «على الرغم من أن تغييرات الميزانية مُفيدة، إلا أنها لا تتغلب بالضرورة على المُشكلة الأساسية». فقطعة كبير جدًا من كعكة ميزانية منظمة الصحة العالمية تأتي من الإسهامات الطوعية، الأمر الذي يجعل عمل وسياسات المنظمة ـ في نهاية المطاف ـ انعكاسًا لاهتمامات وتوجهات البلاد والمؤسسات المانحة الأكثر ثراءً، تاركًا لها فقط هامشًا ضئيلًا لتعيين عملها بنفسها، ووضع السياسات الخاصة بها. يقول جوستن: «إنه ببساطة أمر غير مُستدام أنْ تكون لدينا دول ومؤسسات ثرية تتحكم في ما يقرب من 80% من ميزانية منظمة الصحة العالمية». ■

**ذروة الإنفاق الصحي**

بينما تنمو الإسهامات التي يقدمها لاعبون آخرون، لم تعد منظمة الصحة العالمية هي القوة المهيمنة في مجال الصحة العالمية.




* منظمة الصحة العالمية (WHO)
المفوضية الأوروبية (EC)
التحالف العالمي للقاحات والتحصين (GAVI)
الصندوق العالمي لمكافحة الإيدز والسُّلّ والملاريا (GFATM)
مؤسة بيل وميلندا جيتس (BMGF)
منظمة غير حكومية (NGO)

SOURCE: *FINANCING GLOBAL HEALTH 2012: THE END OF THE GOLDEN AGE?* (IHME, 2013)

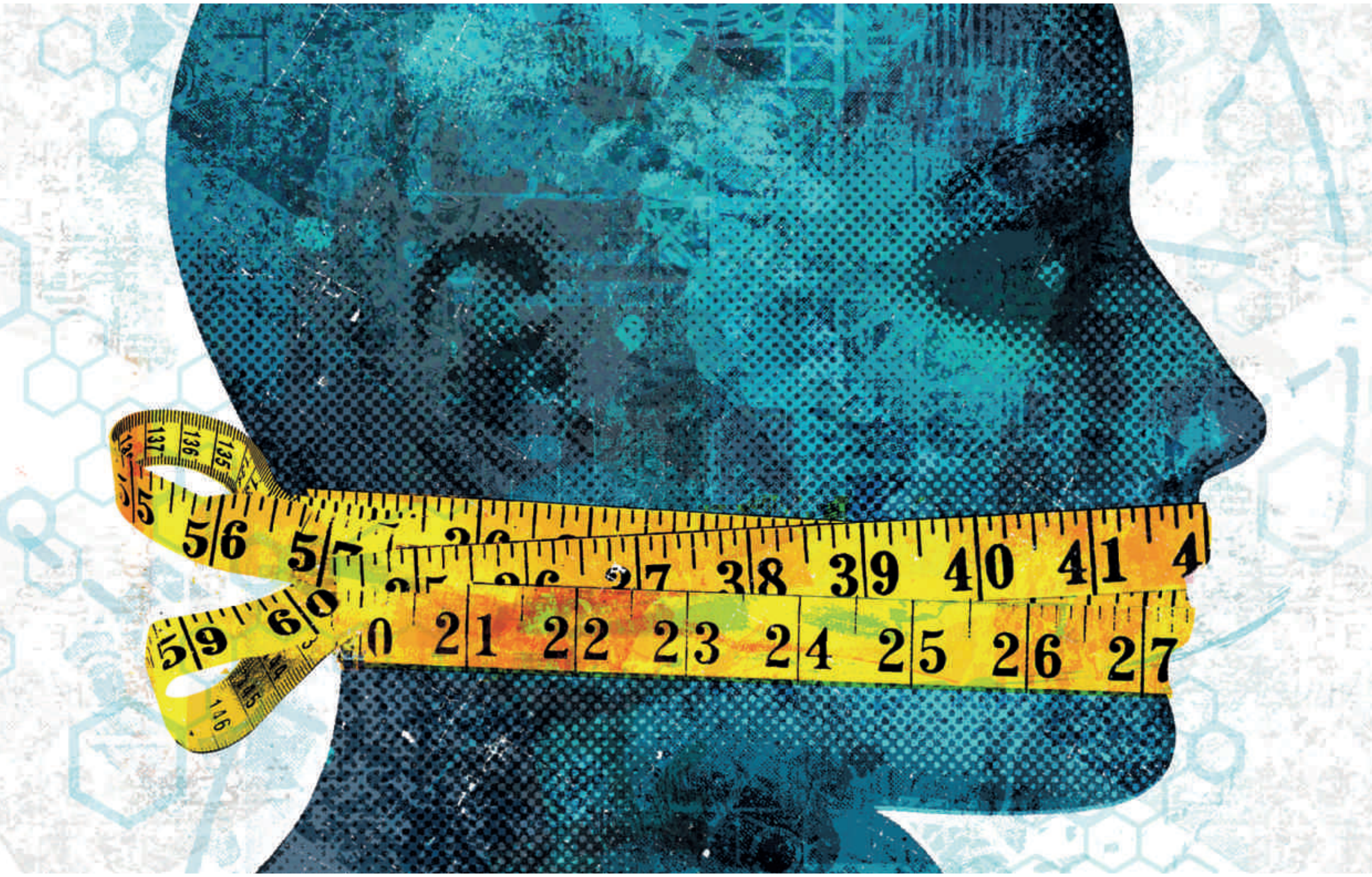


ILLUSTRATION BY GARY NEIL

# حـقـيـقـة الدهون الكبرى

تُظْهِر دراسات متزايدة أن زيادة الوزن لا تقصِّر العُمْر دائمًا، لكن بعض الباحثين في مجال الصحة العامة يفضِّلون عدم الخوض فيها.

فيرجينيا هيوز

في وقت متأخر من صبيحة 20 فبراير الماضي، احتشد أكثر من مئتي شخص بقاعة محاضرات في كلية الصحة العامة بجامعة هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس. كان الغرض من الحدث، وفقًا لمنظميه، هو شرح: لماذا كانت دراسةٌ جديدة حول علاقة الوزن بالموت خاطئةً تمامًا.

صدر التقرير ـ الذي تضمّن تحليلاً لسبع وتسعين دراسة، شملت 2.88 مليون شخصًا ـ في 2 يناير بمجلة الجمعية الطبية الأمريكية (JAMA)[1]. أفاد فريق بقيادة كاثرين فليجال ـ عالمة الأوبئة بالمركز الوطني للإحصاءات الصحية، هياتسفيل، ميريلاند ـ أن الأشخاص المعتبرين «زائدي الوزن» ـ بحسب المعايير الدولية ـ أقل عُرضةً للوفاة بنسبة 6%، مقارنة بأصحاب الوزن «الطبيعي» خلال الفترة الزمنية نفسها.

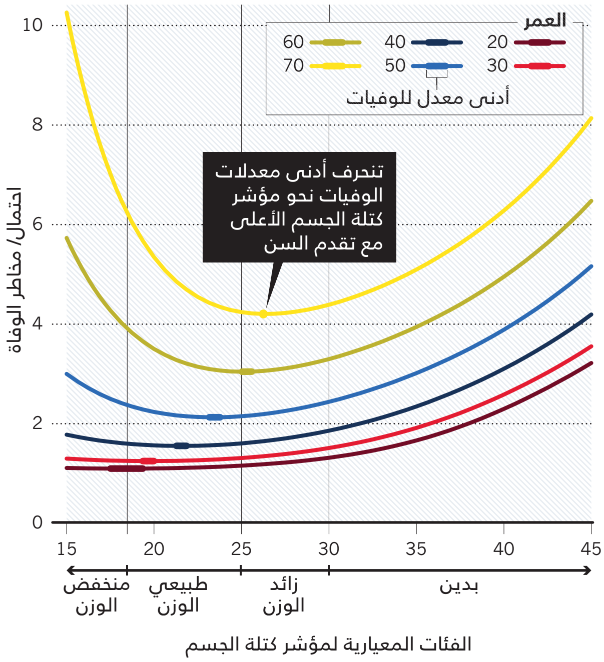
بدت هذه النتيجة مناقِضَةً لعقود من النصائح بتجنّب زيادة الوزن، حتى وإنْ كانت متواضعة، واستفزّت الدراسةُ معظم منافذ الأخبار الرئيسة، وجلبت ردودَ فعل عدائية من بعض خبراء الصحة العامة. يقول والتر ويليت ـ الباحث البارز بمجالي التغذية وعلم الأوبئة بكلية الصحة العامة بهارفارد ـ في مقابلة إذاعية: «هذه الدراسة في الحقيقة كومة قمامة، ولا ينبغي



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

## مراقبة الوزن

تصاحب زيادة الوزن في بعض الدراسات ارتفاع معدل البقاء، بينما يشكل منحنى الوفيات الحرف U.




SOURCE: CHILDERS, D.K. & ALLISON, D.B. *INT. J. OBESITY* **34**, 1231–1238 (2010).

لأحد أن يضيع وقته في قراءتها». ولاحقًا، نظّم ويليت ندوة هارفارد ـ حيث اصطف المتكلمون لانتقاد دراسة فليجال ـ تصديًا لهذه التغطية الإعلامية، وتسليطًا للضوء على ما اعتبره وزملاؤه مشكلات في هذا التقرير. يقول ويليت: «كانت دراسة فليجال مَعيبة جدًّا، ومضللة جدًّا، ومُرْبِكَة بشدة لأناس كثيرين، ونعتقد أنّ من المهم حقًّا التعمّق في تفاصيلها أكثر».

لكن العديد من الباحثين يقبلون نتائج دراسة فليجال، ويعتبرونها مجرد أحدث تقرير يوضّح ما يسمى «مفارقة البدانة». فزيادة الوزن تزيد مخاطر إصابة حامله بأمراض السكري، والقلب، والسرطان، وأمراض مزمنة كثيرة أخرى. وترى هذه الدراسة أنه بالنسبة إلى بعض الأفراد ـ خاصة الذين هم في منتصف العمر، أو أكبر سنًّا، أو مرضى بالفعل ـ فقليل من الوزن الزائد ليس ضارًا بشكل خاص، وربما كان مساعدًا، (لكن زيادة الوزن المفرطة التي يُصنّف حاملها بدينًا، تكاد ترتبط دومًا بالنتائج الصحية السيئة).

سبّبت هذه المفارقة نقاشًا موسَّعًا في أوساط الصحة العامة ـ بما فيها سلسلة من الرسائل نُشرت في مجلة الجمعية الطبية الأمريكية في شهر إبريل الماضي[2] ـ نظرًا إلى تعقّد الوبائيات المنخرطة، ولأن إلغاء العوامل المؤسِّسة المشارِكة أمرٌ صعب، لكن الجزء الأكثر إثارة للجدل من النقاش لا يدور حول العلم في ذاته، بل حول كيفية الحديث عنه. لقد أمضى خبراء الصحة العامة ـ ومن ضمنهم ويليت ـ عقودًا يؤكدون مخاطر حمل الوزن الزائد. وحسبما ذكرت ويليت، فالدراسات المماثلة للتي نشرتها فليجال خطرة، لأنها قد تربك الجمهور والأطباء، وتقوض السياسات العامة الهادفة إلى الحدّ من ارتفاع معدلات البدانة. ويقول ويليت: «بسبب هذه الدراسة.. ستكون هناك نسبة مئوية من الأطباء لن يقدموا المشورة المطلوبة لمريضٍ زائد الوزن». ويضيف قائلًا إنّ الأسوأ سيكون اختطاف هذه النتائج بواسطة جماعات المصالح الخاصة الموثِّرة النافذة، كجماعات الضغط العاملة لحساب شركات المشروبات الغازية والأغذية ، للتأثير على صنّاع السياسات.

وهناك علماء كُثر لا يرتاحون لفكرة إخفاء أو حذف البيانات ـ خاصة معطيات تكررت في دراسات عديدة ـ من أجل رسالة أبسط. يقول صامويل كلاين، طبيب وخبير البدانة بجامعة واشنطن، سانت لويس، ميسوري: «قد لا تتمكن دراسة واحدة بالضرورة من نقل الحقيقة، لكن عندما تتكرر وتتسق النتيجة مع عدد كبير من الدراسات، فذلك تأكيد للحقيقة بلا شك. إننا نحتاج إلى تتبُّع البيانات بكل دقة، وصولاً إلى الحقيقة».

## رسم الخط البياني

يعود أصل الفكرة القائلة «إن زيادة الوزن تعجِّل بالموت» إلى دراسات صادرة عن صناعة التأمين بالولايات المتحدة. ففي عام 1960، وَجَدَ تقرير طويل ـ وُضع استنادًا إلى بيانات من المؤمَّن عليهم لدى 26 شركة تأمين على الحياة ـ أن معدّلات الوفيات كانت أقلّ بين الأشخاص الذين يقلّ وزنهم بضعة كيلوجرامات عن متوسط وزن الفرد بالولايات المتحدة، وأن معدل الوفيات ارتفع باضطراب لدى الأوزان المتجاوزة لمتوسط الوزن. شجّع هذا التقرير شركة متروبوليتان للتأمين على الحياة (MetLife) على تحديث جدول «الأوزان المرغوبة» لديها، واضعًا معايير استخدمها الأطباء بشكل واسع لعقود قادمة.

في أوائل الثمانينات، احتل روبن أندريس ـ مدير معهد الشيخوخة الوطني الأمريكي آنذاك، بثيسدا، ميريلاند ـ عناوين الأخبار بتحدِّيه لهذا «المُعْتَقَد». وبإعادة تحليل الجداول الاكتوارية والدراسات البحثية، وجد أندريس أن العلاقة بين الوزن المحتَسَب مع الطول، وبين الوفيات يتبع منحنى على شكل حرف (U). وأدنى نقطة بهذا المنحنى ـ الوزن المقابل لأقل معدلات الوفاة ـ تعتمد على عمر الشخص عند ذلك الوزن (انظر: «مراقبة الوزن»). قد تكون الأوزان التي أوصت بها شركة تأمين متروبوليتان مناسبة للأشخاص في منتصف العمر، استنادًا إلى حساباته، ولكنها غير مناسبة لمَنْ هم في الخمسينات أو أكبر سنًّا[3]، الذين كانوا أفضل حالاً بوزنهم الزائد. وكانت هذه هي أول ملامح مفارقة البدانة.

رُفضت أفكار أندريس بشدة لدى الأوساط الطبية السائدة حينذاك. فمثلاً، في دراسة ـ يُستشهد بها كثيرًا[4] ـ نشرتها مجلة الجمعية الطبية الأمريكية في 1987، أجرى ويليت، وجو آن مانسون— عالِمة الأوبئة بكلية الصحة العامة في هارفارد ـ تحليلاً لخمس وعشرين دراسة للعلاقة بين الوزن والوفاة، وادَّعَيَا أن معظمها وقع في شبهة بسبب متغيرين رئيسين: التدخين، والمرض. فالمدخنون تميل أحجامهم إلى الصغر، ويموتون قبل غير المدخنين، وكثير من المصابين بالأمراض المزمنة يفقدون أوزانًا أيضًا. هذه التأثيرات يمكنها أن تجعل النحافة تبدو مصدرًا للمخاطر.

دعم مانسون وويليت هذه الفكرة مجددًا في تقريرهما المنشور في عام 1995 حول تحليل مؤشر كتلة الجسم BMI ـ «ميزان الذهب» لقياس الوزن، ويُحسب بقسمة الوزن بالكيلوجرامات على مربع الطول بالأمتار ـ لدى أكثر من 115 ألف ممرضة مشاركة في دراسة صحية طويلة[5]. فباستبعاد النساء اللواتي لم يُدخِّنّ أبدًا، والمتوفيات خلال سنوات الدراسة الأربع الأولى (وبررا ذلك بأن تلك النساء ربما فقدن أوزانًا لأسباب مرضية)، وَجَدَا علاقة خطيّة مباشرة بين مؤشر كتلة الجسم والوفاة، وكان أقل معدّل وفيات لدى مشاركات متوسط مؤشر كتلة أجسامهن أقلّ من 19. (هذا يعادل حوالي 50 كيلوجرامًا للمرأة التي يبلغ طولها 1.63 متر).

تقول مانسون: « لا يبدو مقبولاً بيولوجيًّا أن زيادة الوزن والبدانة تزيدان مخاطر الإصابة بأمراض تهدد الحياة، وفي الوقت نفسه تخفِّضان معدلات الوفيات». لقد أثبتت الدراسة ـ كما تقول مانسون ـ أن هذه الفكرة «كانت مصطنعة، أكثر منها حقيقة».

وفي الوقت نفسه تقريبًا، كان العالم يتنبّه إلى البدانة. فمند عام 1980، بدأت معدلات زيادة الوزن والبدانة ترتفع بسرعة شديدة[6–8]، وفي 1997، عقدت منظمة الصحة العالمية (WHO) أول اجتماع لها لبحث هذا الموضوع في جنيف، سويسرا. وأسفر الاجتماع عن وضع معايير جديدة، حيث مؤشر كتلة الجسم لدى «الوزن الطبيعي» بين 18.5، و24.9؛ و«الوزن الزائد» بين 25، و29.9؛ و«البدانة» 30، أو أكثر. وفي 1998، قامت مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها (CDC) بالولايات المتحدة بخفض حدود مؤشر كتلة الجسم؛ لمضاهاة تصنيفات منظمة الصحة العالمية. يقول فرانسيسكو لوبيز–خيمينيز، طبيب القلب في مايو كلينيك، روتشستر، مينيسوتا: «كنا نطلق على [البدانة] سندريلا المخاطر، لأن أحدًا لم يكن يلتفت إليها. والآن أصبحوا يلتفتون إليها».

## صراع إحصائي

كانت فليجال أحد الذين قرعوا ناقوس الخطر. ففي مركز الإحصاءات التابع لمراكز السيطرة على الأمراض، كانت بيانات ومعطيات دراسة متواصلة تجريها المراكز (بعنوان: «المسح القومي للصحة وفحوص التغذية» NHANES) في متناول يدها. كان هذا المسح القومي جاريًا ـ منذ ستينات القرن العشرين ـ بناءً على مقابلات وفحوص طبية تُجرى سنويًا لحوالي 5000 شخص. استخدمت فليجال وزملاؤها هذه البيانات لإظهار تصاعد معدلات زيادة الوزن والبدانة في الولايات المتحدة[6,7].

وفي عام 2005، وجدت فليجال أن بيانات المسح القومي جاءت مؤكِّدة لشكل منحنى الوفيات الذي توصّل إليه أندريس واتخذ شكل حرف U. وأظهر التحليل الذي أجرته أن معدل الوفيات بين زائدِي الوزن ـ وليس البدناء ـ أقلّ، مقارنةً بأصحاب الوزن الطبيعي. وبقيت هذه الوتيرة سائدة حتى بين مَنْ لم يدخنوا أبدًا[9] .

يقول ويليت إنّ دراسة فليجال نالت اهتمامًا صحفيًّا كبيرًا، لأنها تعمل بمراكز السيطرة على الأمراض، وبدت كما لو أنها إذنٌ باكتساب الوزن. يضيف ويليت: «فسَّر كثيرون هذا بأنه بيان رسمي لحكومة الولايات المتحدة». وكما فعلوا تمامًا في وقت سابق هذا العام، انتقد ويليت وزملاؤه الدراسة، وعقدوا ندوة عامة لمناقشتها. واجتذب الشجار الأكاديمي انتباهًا سلبيًّا لوسائل الإعلام تجاه دراسة فليجال. قالت فليجال، التي تفضّل التركيز على

النقاط الأدق لدراسة الوبائيات عبر الأرقام، بدلاً من تأثيرات الإحصاءات الناتجة في السياسات القادمة: «فاجأتني جدًّا الهجمات الصاخبة على دراستنا». وأضافت: «بدايةً بشكل خاص، كان هناك الكثير من سوء الفهم والارتباك حول نتائجنا، وتطلَّبت محاولة توضيح الصورة وقتًا، واتّسمت بصعوبة».

وخلال السنوات القليلة الماضية، توصّل باحثون آخرون إلى التوجُّه نفسه، وقررت فليجال إجراء التحليل التالي، الذي نشرته مبكرًا هذا العام[1]. تقول الباحثة: «شعرنا أن الوقت حان لوضع كل هذه الأشياء معًا. قد لا نفهم ماذا تعني كلها، لكن هذا ما هنالك».

شملت مراجعتها كافة الدراسات الاستطلاعية لتقييم كافة أسباب الوفيات باستخدام الفئات المعيارية لمؤشر كتلة الجسم، بإجمالي 97 دراسة. استخدمت كافة الدراسات تعديلات إحصائية قياسية؛ لاحتساب تأثير التدخين والسن والجنس. وعندما مُزجت بيانات كافة فئات الراشدين العمريّة، أظهر الذين يقع متوسط مؤشر كتلة أجسامهم في نطاق زيادة الوزن (بين 25، و29.9) معدّلات وفيّات أقل.

ومع ذلك.. تجادل مجموعة هارفارد بأن مقاربة فليجال لم تُجرِ التصحيحات الكاملة المتعلقة بالعمر وفقدان الوزن مرضيًّا، والتدخين. ويقولون إن التأثير كان سيتلاشى في الفئات العمرية الأصغر سنًّا، لو أن فليجال فصلت فيما بينها. كما يجادلون أيضًا باختلاف درجة التعرّض بين المدخنين، فهم ليسوا جميعًا سواء.. فمثلاً، المدخنون الشرهون يَبْدُون أصغر حجمًا من المدخنين العرضيِّين؛ وبالتالي فإن أفضل طريقة لإزالة التدخين ـ باعتباره متغيرًا رئيسًا ـ هو التركيز على الأفراد الذين لم يدخنوا قط . ويشير ويليت إلى إحدى دراساته[10]، التي نُشرت في 2010، بأنها لم تكن مُدْرَجَة في تحليل فليجال، لأنه لم يستخدم فئات مؤشر كتلة الجسم المعيارية. وبتحليل بيانات 1.46 مليون شخص، وجد ويليت وزملاؤه أن بين الذين لم يدخنوا قط، يقع أدنى معدل وفيات في فئة «الوزن الطبيعي» لمؤشر كتلة الجسم، أي بين 20 و25.

وتنتقد فليجال دراسة ويليت، لحذفها مساحات ضخمة من مجموعة البيانات الخام: بيانات حوالي 900 ألف شخص إجمالاً. تقول فليجال: «بمجرد حذف هذه الأعداد الكبيرة، وهي كبيرة حقًّا، فلن تعرف تمامًا كيف يختلف غير المدخنين بتاتًا بهذه العينة عن غيرهم». فمثلاً، قد يكون غير المدخنين أثرى، أو أكثر تعليمًا. كما تبيِّن فليجال اعتماد دراسة ويليت على الأطوال والأوزان المبلَّغ عنها بواسطة المشاركين، بدلًا من استنادها إلى معايير موضوعية. وتضيف فليجال: «إنه أمرٌ لا يستهان به»، نظرًا إلى ميل الناس إلى تقليل أوزانهم. وهذا قد يزيد مخاطر الوفاة صعودًا، إذا قال أشخاص بدناء ومعرضون لمخاطر عالية أن أوزانهم زائدة فقط.

## توازن صحي

يعارض بعض خبراء البدانة وعلماء الإحصاء الحيوي الصحي لهجة تصريحات ويليت القاسية حول دراسة فليجال، فيقولون إن هناك ميّزة في دراسات ويليت وفليجال، وإن كلاهما ـ ببساطة ـ ينظر في البيانات بطرق مختلفة، وهناك دراسات كافية تدعم مفارقة البدانة بما يدعو إلى أَخْذِها جديًّا. يقول روبرت إيكل، أخصائي الغدد الصماء بجامعة كولورادو في دنفر: «يصعب الجدل في وجود البيانات». ويتابع: «إننا علماء نبدي اهتمامًا بالبيانات، ولا نحاول إغفال دلالاتها».

إنهم يحاولون تفسير السبب وراء المفارقة. وتكمن إحدى الإشارات في تزايد الدراسات خلال العقد الماضي، التي تبيِّن أن زائدي الأوزان المرضى بأسقام خطيرة كأمراض القلب، وانتفاخ الرئة، والنوع الثاني للسكري لديهم أدنى معدلات الوفاة. والتفسير الشائع أن لدى زائدي الوزن احتياطيات طاقة أكبر لمحاربة المرض. إنهم كالمتنافسين في البرنامج التلفزيوني «النّاجُون» Survivors، حسب قول جريج فونارو، طبيب القلب

«نحتـاج إلى تَتَبُّـع **البيـانـات** بكل دقـة؛ وصولاً إلى **الحقيقـة**».

بجامعة كاليفورنيا، لوس أنجلوس، الذي يضيف: «الذين يبدأون حياتهم نحفاء.. لا يحالفهم النجاح غالبًا».

قد تكون الاحتياطيات الأيضيّة مهمة أيضًا مع تقدُّم العمر. فـ«البقاء هو حالة توازن بين المخاطر»، حسب قول ستيفان أنكر، الباحث في طب القلب بكلية طبّ شاريتيه، برلين. فـ«عندما تكون شابًّا ومُعَافى، يمكن اعتبار البدانة، التي تسبِّب مشكلات بعد 15 أو 20 عامًا، أمرا ذا شأن»، لكن مع تقدُّم السن، قد ترجح كفة الميزان لصالح الوزن الزائد.

قد تشارك العوامل الوراثية والأيضيّة بدور أيضًا. ففي العام الماضي، ذكرت مرسيدس كارنثون، الباحثة في الطب الوقائي بجامعة نورث ويسترن بشيكاغو، إلينوي، أن الراشدين أصحاب الوزن الطبيعي المصابين بالنوع الثاني للسكري معرضون لِضِعْف مخاطر الوفاة خلال فترة معينة، مقارنةً بنظرائهم البدناء أو زائدي الوزن[11]. تقول كارنثون إن الدافع وراء هذا الاتجاه ربما جاء من مجموعة أفراد فرعية، أجسامهم نحيلة، لكنهم «بدناء أيضيًّا»: أي لديهم مستويات إنسولين ودهون ثلاثية عالية في الدم؛ مما يزيد مخاطر إصابتهم بالسكري، وأمراض القلب.

يشير كل هذا إلى أن مؤشر كتلة الجسم مقياس أوّلي غير نوعي لتقييم صحة الأفراد. ويجادل باحثون بأن المهم حقًّا هو توزيع الأنسجة الدهنية في الجسم، مع اعتبار تركيز الدهون الزائدة بمنطقة البطن هو الأخطر؛ بينما يرى آخرون أن لياقة القلب والأوعية الدموية هي مؤشر يتوقّع الوفيات، بغضّ النظر عن مؤشر كتلة الجسم أو الدهون بمنطقة البطن. يقول ستيفن هيمسفيلد، الباحث في البدانة، والمدير التنفيذي بمركز بنجتون للأبحاث البيولوجية في باتون روج، لويزيانا: «مؤشر كتلة الجسم مجرد خطوة أولى لأي شخص. وإذا تمكنتَ من إضافة محيط الخصر، واختبارات الدم، وغيرها من أسباب المخاطر إلى ذلك المؤشر؛ فستحصل على وصف أكمل على المستوى الفردي».

وإذا أصابت دراسات مفارقة البدانة؛ تصبح المسألة كيفية جَسْر الفروق بينها. الواضح أن الكثير من الوزن الزائد (في صورة البدانة) أمر ضار بالصحة، وسيكون معظم الشباب أفضل حالًا بتجنب زيادة الوزن، لكن هذا قد يتغيّر مع تقدُّم العمر والإصابة بالأمراض.

يبدي بعض خبراء الصحة العامة خشيتهم من أنْ يَعتبِر الناسُ هذه الرسالة إقرارًا عامًّا بزيادة الوزن. ويخشى ويليت أيضًا من أن تقوّض دراسات مفارقة البدانة ثقة العامّة في العلوم. يقول ويليت: «أحيانًا كثيرة تسمع الناس يقولون: نقرأ شيئًا في أحد الشهور، لنسمع عكسه بعد بضعة أشهر. يبدو أن العلماء لا يُحْسِنون عملهم». ويتابع بقوله: «نحن نرى الأمر يُستغلّ مرارًا وتكرارًا، بواسطة صناعة المشروبات الغازية في حالة البدانة، أو بواسطة صناعة النفط، في حالة احترار الأرض».

وحسب قول ويليت، ينبغي أن يكون مَنْع زيادة الوزن ـ في المقام الأول ـ الهدف الأساسي للصحة العامة. «بمجرد أن تصبح بدينًا، يشكّل فقدان الوزن تحديًّا كبيرًا. وهذا هو أخطر عواقب القول بأنه لا مشكلة مع زيادة الوزن. نريد أن يكون لدى الناس الدافع لعدم الوصول إلى مرحلة الوزن الزائد»، لكن كاميار كلنتر-زادة، إخصائي أمراض الكلى بجامعة كاليفورنيا، إرفاين، يقول إنه من المهم عدم إخفاء دقائق أمور الوزن والصحة. ويعقِّب كلنتر-زادة بقوله: «ينبغي أن نقول الحقيقة كما هي».

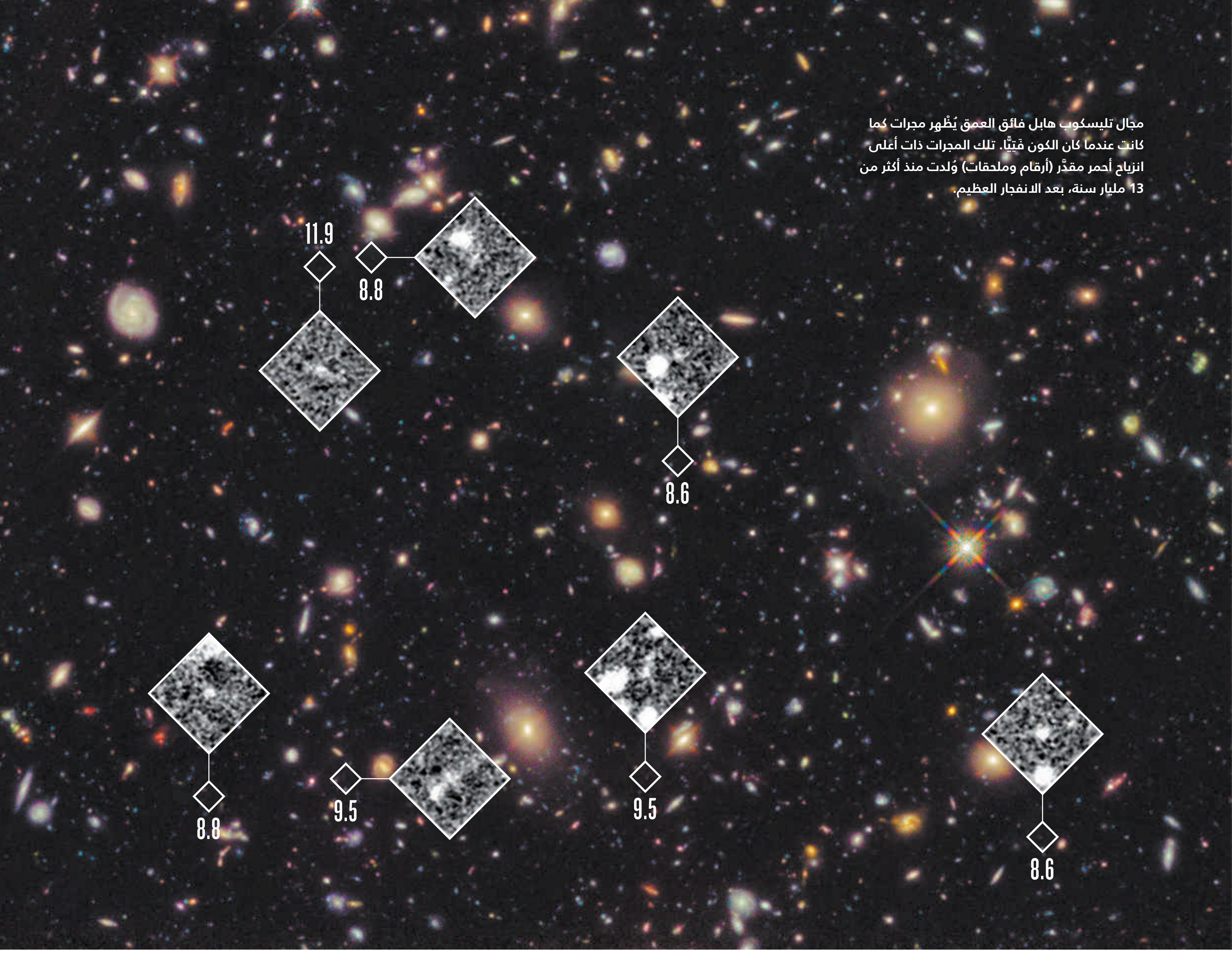
في الوقت نفسه، تقول فليجال إن شغلها الشاغل ليس ردّ فعل العامّة حيال النتائج التي توصلت إليها. وتقول: «أنا أعمل لحساب وكالة إحصاء فيدرالية. ومهمتنا ليست وضع السياسات، بل توفير معلومات دقيقة؛ لإرشاد صُنّاع السياسات وغيرهم من المهتمين بهذه الموضوعات». وتقول إن بياناتها «غير معنيّة بتوجيه رسالة». ■

**فرجينيا هيوز** صحفية علوم من نيويورك.


1. Flegal, K. M., Kit, B. K., Orpana, H. & Graubard, B. I. *J. Am. Med. Assoc.* **309,** 71–82 (2013).
2. Willett, W. C., Hu, F. B. & Thun, M. *J. Am. Med. Assoc.* **309,** 1681–1682 (2013).
3. Andres, R., Elahi, D., Tobin, J. D., Muller, D.C. & Brant, L. *Ann. Intern. Med.* **103,** 1030–1033 (1985).
4. Manson, J. E., Stampfer, M. J., Hennekens, C. H. & Willett, W. C. *J. Am. Med. Assoc.* **257,** 353–358 (1987).
5. Manson, J. E. *et al. N. Engl. J. Med.* **333,** 677–685 (1995).
6. Kuczmarski, R. J., Flegal, K. M., Campbell, S. M. & Johnson, C. L. *J. Am. Med. Assoc.* **272,** 205–211 (1994).
7. Flegal, K. M., Carroll, M. D., Ogden, C. L. & Johnson, C. L. *J. Am. Med. Assoc.* **288,** 1723–1727 (2002).
8. Finucane, M. M. *et al. Lancet* **377,** 557–567 (2011).
9. Flegal, K. M., Graubard, B. I., Williamson, D. F. & Gail, M. H. *J. Am. Med. Assoc.* **293,** 1861–1867 (2005).
10. de Gonzalez, A. B. *et al. N. Engl. J. Med.* **363,** 2211–2219 (2010).
11. Carnethon, M. R. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **308,** 581–590 (2012).




تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية




مجال تليسكوب هابل فائق العمق يُظْهِر مجرات كما كانت عندما كان الكون فَتِيًّا. تلك المجرات ذات أعلى انزياح أحمر مقدَّر (أرقام وملحقات) وُلدت منذ أكثر من 13 مليار سنة، بعد الانفجار العظيم.

NASA, ESA, R. ELLIS (CALTECH), UDF 2012 TEAM

# فَجْــر الكــون

تليسكوب الفضاء هابل يعطي الفلكيين لمحة عن الحقبة الصاخبة الأولى لتشكيل المجرات.

**رون كاوِن**

على مدى أسبوع بلا نوم في أوائل سبتمبر 2009، استأثر جارث إيلينجورث وفريقه بالكون المبكر كله لأنفسهم. وكان إيلينجورث، وريتشارد بوينز، وباسكال أوش قد قضوا ذلك الأسبوع ـ بناء على طلب وكالة «ناسا» ـ محدقين في شاشات حواسيبهم بجامعة كاليفورنيا، سانتا كروز، يدققون ويمسحون مئات الصور بالأبيض والأسود، تصف مجرات خافتة، كانت قد التُقطت بتعريض كاميرا الأشعة تحت الحمراء ـ المثبتة مؤخرًا بتليسكوب الفضاء هابل ـ لأشعة هذه المجرات عدة أيام. ببساطة، أرادت «ناسا» من الفلكيين الثلاثة استعراض الصور؛ للتيقن من أن الكاميرا الجديدة تعمل بشكل صحيح، قبل أن تفرج الوكالة عن بياناتها بشكل أوسع.

كان إيلينجورث، وبَوينز، وأوش يأملون في العثور على ما هو أكثر.. على الأقل بعض بُقَع من الضوء قد يثبُت أنها من المجرات الأولى التي تشكلت في الكون، بعد الانفجار العظيم بأقل من مليار سنة. وحتى لمحة خافتة لمثل تلك الموجودات قد تتيح تبصرًا مثيرًا حول بعض أكبر الأسئلة في علم الكونيات، تتراوح بين طبيعة النجوم الأولى، والبدايات الصاخبة لتشكيل المجرات.

في ذلك الأسبوع، بدأ الفلكيون يركزون على 24 صورة


تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مرشحة بالغة الصغر، كل منها معتمة ومبقعة، لدرجة أنها قد تكون مجرد ضوضاء في الحساسات الرقمية للكاميرا، لكنهم كلما مضوا في تحليلهم، تبيّن أن بقع الضوء هذه سليمة الألوان، وتظهر فقط في مرشحات (فلاتر) الكاميرا الأكثر حُمْرةً، كما يُتوقع بالضبط من مجرات وليدة، تُرى من مسافات بعيدة جدًّا، ومستويات انزياح أحمر عالية جدًّا. وعندما شرع الزملاء الثلاثة في إضافة تعرُّضات كل صورة مجرّة مرشحة لبعضها البعض رقميًّا، يقول إيلينجورث: «فجأة كانت هناك مجرات» غائمة، لكنها صور مجرات لا ريب فيها. ويضيف إيلينجورث: «كان ذلك الأسبوع أحد أكثر الأوقات إثارة في سيرتي المهنية».

وبنهاية الأسبوع، نشر إيلينجورث وبوينز وأوش مسودتين لورقتين بحثيّتين بالخادم الحاسوبي arXiv المخصَّص لنشر الأبحاث رقميًّا قبل طباعتها[1،2]. وتُفَصِّل الورقتان أول مجموعة ـ على الإطلاق ـ لأكثر من 20 مجرة تعود إلى زمن تشكيل المجرات، منذ حوالي 13 مليار سنة، عندما كان عمر الكون يتراوح بين 600 و800 مليون سنة فقط. ومنذ ذلك الحين، أجرى باحثون آخرون أرصادًا ومشاهدات أخرى لرقعة السماء الصغيرة نفسها، المسماة مجال هابل فائق العمق (HUDF)، وأربع مناطق أخرى أوسع؛ فاتسعت قائمتهم الأوليّة لحوالي 1400 مجرة حديثة النشأة من الحقبة نفسها.

كانت البيانات بهذا (الكتالوج) المتزايد تشير فعلًا إلى زمن لا زال غير مرئي، عندما ازدحم الكون الوليد بمجرات صغيرة لا تحصى، وأضيء بنجوم بدائية هائلة الكثافة، بحيث إنها انطفأت محترقة، وانفجرت في طرفة عين كونية. هناك جيل جديد من الأجهزة يَعِد بوضع تلك الحقبة بمجال رؤية واضحة. يشمل ذلك «مجموعة أتاكاما الكبرى» المليّمترية/دون المليّمترية (ALMA) من تليسكوبات الراديو في شيلي، التي بدأت بالفعل مثل تلك الأرصاد؛ وخليفة هابل: تليسكوب جيمس ويب الفضائي (JWST)، المقرر إطلاقه في أواخر 2018.

يقول آفي لوب ـ عالِم الكونيات بجامعة هارفارد، كمبريدج، ماساتشوستس ـ إن الزمان زمان فلكيِّي الكون المبكر. «إننا ننظر في أصولنا.. فقد كانت المجرات الأولى لَبِنَات بناء مجرة درب التبانة. والرغبة في فهمها بحثٌ عن جذورنا».

## خلفية عميقة

على مدار العقود القليلة الماضية، طوَّر الراصدون خطًّا عامًّا لقصة تصف كيف تشكلت المجرات (انظر: «الضوء المبكِّر للفجر»). يعرف الفلكيون، مثلاً، أن مادة الكون الخام كانت بلازما متأينة حارة من الهيدروجين والهيليوم، نتجت عن الانفجار العظيم، ثم بردت سريعًا بينما كان الكون يتسع. ولَدَى هبوط الحرارة بشكل كافٍ، بعد الانفجار العظيم بحوالي 370 ألف سنة، اتحدت الإلكترونات والبروتونات؛ لتكوين ذرّات متعادلة، وأوجدت سديمًا ماصًّا للضوء؛ أغرقَ الكونَ في «عصور كونيّة مظلمة».

يعرف الفلكيون أيضًا أن هذا السديم الكوني كان تام الانتظام تقريبًا في بدايته، لكنه بدأ فورًا يتكتل مع بعضه عندما شرعت الجاذبية في تعظيم التقلبات اليسيرة في كثافة المادة. الفلكيون متأكدون ـ بشكل معقول ـ من أنه بعد مئات الملايين من السنين، بدأت التجمعات المتنامية الأكثر كثافة في تشكيل النجوم الأولى، التي أوقدها الاندماج الحراري النووي، وإعادة تأين الغاز المتعادل المتبقي. وأصبحت غلالة الغاز بلازما شفافة مرة أخرى، وجلبت معها نهاية مذهلة لعصور الظلام الكوني (انظر: *Nature* **490**, 24-27; 2012).

ومن هذه النقطة فصاعدًا، كان المؤكَّد قليلًا جدًّا. كان تشكيل أجيال النجوم والمجرات التالية دوامة فوضى من تسخين وتبريد لسحب غاز، وتفجير مستعرات عظمى، وتعاظم الثقوب السوداء، ورياح نجمية عاتية بقوة كافية لطرد المادة من المجرات الصغيرة، وهي عملية شديدة الفوضى، وعَصِيّة على الفهم دون أرصاد شاملة واسعة.

مثل هذه الأرصاد هدف رئيس لمشروع «مجال هابل فائق العمق»، الذي يهدف إلى جمع صور كافية عن المجرات البعيدة؛ لتمييز أنماط أحجامها، وأشكالها، وألوانها. وبموقعه إلى الجنوب من الجبار Orion في كوكبة الكور، وبقطره البالغ عُشر قُطْر القمر مكتملاً كما يُرى من الأرض، يُعتبَر «مجال هابل فائق العمق» رقعة نموذجية مختلفة لسماء مظلمة، صادفَ أنْ كانت خالية نسبيًّا من نجوم الطليعة ومجراتها. لكن كما توقع الفلكيون، فإن وقت تعرُّض المجال البالغ 11.3 يومًا للمدخلات الكونية، الذي غطّاه (مسحه) هابل في أواخر 2003، وأوائل 2004 أظهر أنه ـ في الحقيقة ـ عامر بعدد وافر من المجرات البعيدة، التي تُرى كما كانت منذ مليارات السنين.

**NATURE.COM**
**لمشاهدة محاكاة تشكيل النجوم، انظر:**
**go.nature.com/lz1dpf**

في أغسطس وسبتمبر 2009، أُعيد فحص المجال في يومي تعرُّض إضافيين، ومسحه هابل بواسطة كاميرا المجال العريض[3] (WFC3): جهاز تم تثبيته بواسطة روّاد الفضاء في شهر مايو 2009. وهذه الكاميرا حساسة بشكل باهر للأطوال الموجيّة تحت الحمراء، حيث يُتوقع أن ينتهي ضوء الطيف المرئي وفوق البنفسجي من المجرّات الأبعد، بعد أن ينزاح نحو الأحمر بالتمدُّد الكوني.

كانت هذه هي الصور التي رآها إيلينجورث، وبَوينز، وأوش. ونظرًا إلى علمهم بأنّ كاميرا (WFC3) يمكنها كشف مجرات بعيدة أكثر خفوتًا بثلاثين مرة، مقارنةً بسابقتها ـ أو استجلاء ما هو أكثر خفوتًا بأربعة مليارات مرة عما تدركه العين البشرية ـ ظن الفلكيون بدايةً أنهم ربما اصطادوا إحدى مجرّات الجيل الأول الأكثر تبكيرًا لدى مخاضها. وعندما قاموا بتقدير مسافة الموجودات، وتحديد تركيبها بالتدقيق في ألوانها بواسطة ثلاثة مرشِّحات (فلترات) مختلفة ـ كانت بُقَع الضوء الخافتة أكثر إعتامًا مِن أنْ يلتقط هابل طيفها ـ وجد الفريق أنها كانت زرقاء نسبيًّا، كما هو متوقع بالضبط للمجرّات حديثة النشأة، وقد لُمِحت في الفَوْرة الأولى لتشكيل النجوم.

وهذا الاستنتاج كان ضعيفًا. فقد كان اختبار الفكرة باعثًا رئيسًا لفريق الفلكيين، الذي يقوده ريتشارد إيليس من معهد تكنولوجيا كاليفورنيا، باسادينا. ففي 2012، أعادوا فحص جزء صغير من مركز مجال هابل فائق العمق؛ وهذه المرة بمرشح ألوان إضافي، ويبلغ إجمالي وقت التعرض 23 يومًا.

**«فجأة، كانت هناك صور لمَجرّات غائمة، ولكنْ لا يُمْكِن إنكارها».**

كشفت هذه الأرصاد الجديدة ـ التي أوردها فريق إيليس في يناير 2013 في اجتماع «الجمعية الفلكية الأمريكية» في لونج بيتش، كاليفورنيا[3-5] ـ أن المجرات كانت في الحقيقة أكثر احمرارًا، ومن ثمّ فهي تشمل نجومًا أقدم، مما تم حسابه ابتداءً. والمجرات الأصغر جدًّا في العمر ـ التي تعَرَّف عليها هابل وصورها، كما كانت تبدو بعد الانفجار العظيم بحوالي 560 إلى 780 مليون سنة ـ تضم نجومًا عمرها 100 إلى 200 مليون سنة. وهكذا كانت هذه المجرات موجودة على الأقل طوال ذاك الأمد.

وكشفت أرصاد ومشاهدات مجال هابل فائق العمق (HUDF) الجديدة أيضًا سمات محيرة لحقبة إعادة التأين الصاخبة، كما شرحها ـ في اجتماع يناير الماضي ـ برانت روبرتسُن من جامعة أريزونا في توسان. كان هذا الوقت عندما كانت المجرات الأولى تنمو بشكل أكبر، وأكثر عددًا، عندما صار الضوء فوق البنفسجي الصادر عن النجوم الأولى أقوى بما يكفي لتأين غلالة غاز الهيدروجين السميك الذي يلفها. وتُظْهِر أرصاد ومشاهدات أخرى أن إعادة التأين بدأت بعد حوالي 250 مليون سنة من الانفجار العظيم، وأنها اكتملت حين بلغ عمر الكون نحو مليار سنة، وهي النقطة التي استطاع عندها ضوء النجوم أن يتدفق حرًّا إلى الفضاء، وكان الكون شفافًا تقريبًا، كما نراه الآن.

ورغم أن المجرّات التي رآها هابل في 2012 وأرصاد مجال هابل فائق العمق (في 2009) كانت فرضيًّا الأكبر والأكثر لمعانًا طوال مليارات السنين الماضية تلك، لم يكن هناك ما يكفي منها لإعادة تأيُّن الكون. وحسبما ذكر إيليس، وروبرتسُن، وزملاؤهما، لا بد من وجود عدد كبير من فئة صغيرة غير مرئية قامت بمعظم العمل، وهو استنتاج توصَّل إليه أيضًا إيلينجورث وفريقه[6].

يقول إيليس: «نعلم أن هناك تجمعًا كاملاً من المجرات الصغيرة حتى في وقت أبكر» مما تستطيع أن تسجله مستشعرات هابل؛ مما يوجه مجموعة أسئلة مثيرة لأحدث التليسكوبات: مجموعة تليسكوب الراديو بأتاكوما (ALMA)، وتليسكوب جيمس ويب الفضائي (JWST)، تشمل كيفية تشكيل الأجرام، وكيف اندمجت إلى مجرات أكبر لاحقًا.

وهناك مجموعة أخرى من الأسئلة تتصل بالجيل الأول من النجوم، التي اندمجت من هيليوم وهيدروجين خالصين تقريبًا، تمت صياغتهما بالانفجار العظيم. وتشير النظرية إلى أن نجوم الجيل الأول كانت أكثر جسامة من شمسنا بمئة ضعف، أي أكبر كثيرًا من أي نجم يتشكل حاليًا. وإنْ كان الأمر كذلك، تشير النظرية أيضًا إلى قصر عمر هذه الأجرام الهائلة، لدرجة ألّا يبقى أحد منها في مجرات يمكن لتليسكوب هابل أن يراها. وحجمها الفائق تسبَّبَ في أن تدّمر هذه النجوم نفسها في انفجار مستعرات عظمى مذهلة بعد مليوني سنة فقط، لكن هل فعلت ذلك؟ وهل كانت سكرات موتها تؤخر ميلاد الجيل التالي من النجوم، بتمزيق سحب الغاز النجميّة التي تتشكل فيها النجوم الجديدة؟

تشير بيانات مجال هابل فائق العمق بالفعل إلى أنّ إجابة السؤال الأخير هي «لا»، حسب قول المُنظِّر فولكر بروم من جامعة تكساس بأوستن، الذي لم يشارك في دراسات مجال هابل في عامي 2009 و2012. ونظرًا إلى أن ألوان المجرات المرئية بـ«مجال هابل فائق العمق» تشير إلى أنها شكلت نجومًا لمدة 100 مليون سنة على الأقل، فهذا يوحي

## ضوء الفجر المبكر

ولد الانفجار العظيم سديمًا من الهيدروجين والهيليوم البدائيين. بعد نحو 370 ألف سنة، برّده التمدد الكوني بما يكفي لكي تشكل الإلكترونات والبروتونات ذرات متعادلة (إعادة التركيب). أثناء «عصور الظلام» الناجمة، عندما كان الكون بلا نجوم تنيره، عظّمت الجاذبية تفاوت الكثافة، وتسببت في تكتل الغاز المتعادل. التكتلات الأكثر كثافة صارت في نهاية المطاف النجوم والمجرات الأولى. ضوؤها فوق البنفسجي أيّن الغاز المتعادل المتبقي (إعادة التأين)، وسمح للضوء بالتدفق حرًّا في الفضاء، منهيًا عصور الظلام.

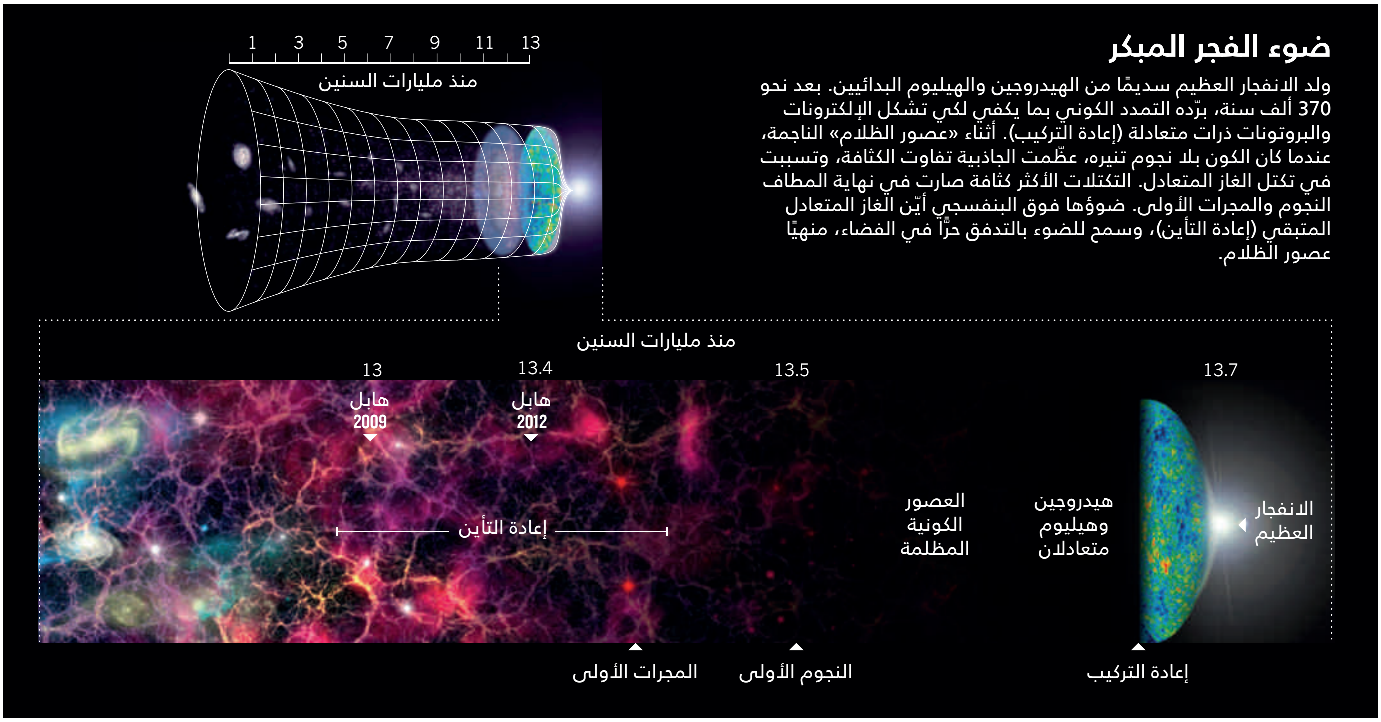



ILLUSTRATION: NIK SPENCER; SOURCES: NASA/WMAP SCIENCE TEAM; R. ELLIS (CALTECH)

بوجود فترة فاصلة بسيطة ـ على الأكثر ـ بين موت الجيل الأول من النجوم، وميلاد الجيل الثاني، أو بعدم وجودها أصلًا، حسب قول بروم. وربما تداخلت الأجيال.. لكن حل غموض ما حدث بالضبط سيكون عمل تليسكوبات المستقبَل.

### التخوم التالية

في هذه الأثناء، لم يكن فَلَكِيّو هابل عاطلين.. فوكالة «ناسا» تسعى وراء تكتيك قد يحول هابل إلى تليسكوب بالقوة نفسها التي ستكون لتليسكوب جيمس ويب الفضائي، مع شيء من محدودية مجالات الرؤية.

ولتحقيق هذا.. يمسح الفلكيون السماوات؛ لاختيار ستة مجالات للرؤية ـ وهي بخلاف مجال هابل فائق العمق ـ يحتوي كل منها على حشد عالي الكثافة من مجرات الطليعة. وكما تنبأ أينشتاين لأول مرة، تعمل عناقيد المجرات تلك كعدسات تقريب كونيّة، تُكبِّر بالجاذبية صور المجرات البعيدة الواقعة خلفها مباشرة، وتجعلها أكثر سطوعًا. وسوف تتناوب كاميرات هابل ـ العاملة بالضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء ـ على النظر من خلال هذه العدسات، التي ينبغي أن تُظْهِر المجرات البعيدة الأكثر خفوتًا بحوالي 10 إلى 50 مرة، مقارنةً بالمجرات المعروفة، وبينها عدد وافر من المجرات الصغيرة التي تُشير إلى وجودها بيانات إعادة التأين. يقول مارك ديكنسُن ـ من المرصد الوطني للفلك البصري في توسان، أريزونا ـ إنّ جمع بيانات «مجالات التخوم» الأربعة الأولى ـ حسب الجدول ـ سيكتمل في غضون العامين المقبلين.

في شيلي، ستنضم مجموعة تليسكوب راديو أتاكوما (ALMA) إلى عمليات اصطياد المجرات البعيدة هذا الصيف (انظر: *Nature* **495**, 156-159; 2013). وبخلاف هابل، الذي يسجل ضوء النجوم، ستكشف قياسات مجموعة تليسكوب أتاكوما بموجات الميكرويف عن الغاز والغبار اللذين أحدثا تلك النجوم في هذه الأجرام البعيدة. يقول جيمس دنلوب ـ من جامعة أدنبرة البريطانية، وعضو فريق أرصاد مجال هابل فائق العمق لعام 2012 ـ إنه من المفارقة أنّ هذا سوف يسمح لمجموعة أتاكوما بإجراء أَدَقّ القياسات حتى الآن لميلاد نجوم بعيدة بمثل تلك المسافات. وتشع النجوم حديثة الميلاد أكثر ضوئها بأطوال موجية فوق بنفسجية، حسب قول دنلوب، لكن أكثر هذا الضوء يمتصه الغبار والغاز، ويشع مرة أخرى بأطوال موجية تحت الحمراء، تنزاح نحو الأحمر بواسطة التمدد الكوني إلى نطاق تليسكوب أتاكوما ملّيمتري المَدَى.

والاستبانة الحَيِّزِيَّة العالية لمجموعة أتاكوما ستمكّنها من كسر انبعاثات الراديو إلى الأطوال الموجية لمكوناتها، ومن ثم تسجل الانزياحات الفعلية نحو الأحمر ـ قياسات مسافات أصلية ـ لمجرات بعيدة كثيرة درسها هابل، حسب قول كريس كاريلّي من مرصد الفلك الراديوي الوطني. ثم يستطيع الفلكيون ترجمة تلك المسافات إلى عصور، مما يمنحهم تناولاً أفضل كثيرًا لموقع هذه الموجودات في التاريخ الكوني.

يقول كاريلّي: «كان هابل مذهلًا في قدرته على إيجاد مجرات مرشحة للرَّصْد من الانزياح نحو الأحمر بين 7 و10، لكن لم يتأكد أي منها بواسطة الأطياف، واحتمال كونها [مرشحات زائفة] كبيرٌ».

أورد كاريلّي ومعاونوه[7] في فبراير الماضي أن مجموعة أتاكوما يمكنها قياس مجرات الانزياح الأحمر-7 (موجودات على بعد 3.955 مليار فرسخ فلكي، أو 12.9 مليار سنة ضوئية من الأرض) باستخدام 20 طبقًا لاقِطًا فقط من 66 طبقًا ستملكها المجموعة عند اكتمالها. وقدَّم تقرير من فريق آخر بدَوْرِيّة «نيتشر»[8] دليلاً إضافيًّا. يقول كاريلّي إن مجموعة أتاكوما «ستقوم سريعًا بقفزة إلى الانزياح الأحمر8» بحلول نهاية العام، وإذا حصلت المجموعة على أجهزة استقبال جديدة ـ وهي إمكانية قائمة تمتد لسنوات في المستقبل ـ فقد تستطيع المجموعة دراسة وقياس مسافات لمجرات نحو الانزياح الأحمر 11. وسوف تُرى هذه الموجودات كما بدت بعد 425 مليون سنة فقط من ميلاد الكون. ويقول كاريلّي إن مجموعة أتاكوما قد تصبح «آلة الانزياح الأحمر الأفضل» لرصد المجرات الأولى.

وعلى أي حال، ينتظر معظم الفلكيين بشوق انطلاق تليسكوب جيمس ويب الفضائي بأمتاره البالغة 6.5 متر. وسبب وجوده هو تصوير الأجرام البدائية الخافتة التي يمكن لهابل أن يلمحها فقط، لكنها كانت أسلافًا أولى للمجرات الحديثة، مثل درب التبانة (انظر: *Nature* **467**, 1028-1030; 2010). يقول إيليس إن مشاهدات هابل وفرت «أولى الإشارات حول المجرات الأولى»، لكن «نحن بحاجة حقًّا إلى تليسكوب جيمس ويب الفضائي؛ للرجوع إلى الوراء حتى عهد أبكر بين 200 و500 مليون عام بعد الانفجار العظيم».

وبالعودة إلى 2009، وحتى عندما لمح الفلكي ورائد الفضاء بوكالة ناسا جون جرنسفِلد أولى صور المجرات البعيدة من كاميرا الأشعة تحت الحمراء، التي ساعد في تثبيتها على هابل، خطر بذهنه تليسكوب جيمس ويب الفضائي. يتذكر جرنسفلد: «لا أستطيع تجنب الشعور بالروع من قوة هابل»، لكن «مَشَاهِد مجال هابل فائق العمق منحتني أيضًا شعورًا عظيمًا بالرضا، لأن تليسكوب جيمس ويب الفضائي سيكون لديه الكثير لنراه». ■

---

**رون كاوِن** كاتب حر من سيلفر سبرينج ، ميريلاند، الولايات المتحدة.


1. Bouwens, R. J. *et al.* http://arxiv.org/abs/0909.1803 (2009).
2. Oesch, P. A. *et al.* http://arxiv.org/abs/0909.1806 (2009).
3. McLure, R. J. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stt627 (2013).
4. Robertson, B. E. *et al. Astrophys. J.* **768,** 71 (2013).
5. Schenker, M. A. *et al. Astrophys. J.* **768,** 196 (2013).
6. Bouwens, R. J. *et al. Astrophys. J. Lett.* **752,** L5 (2012).
7. Wang, R. *et al.* http://arxiv.org/abs/1302.4154 (2013).
8. Vieira, J. D. *et al. Nature* **495,** 344 (2013).



# مصيــدة فئــران مساحتها 18 كيلومترًا مربعًا

CAROLYN JENKINS/ALAMY

بعد أن نجحت الإكوادور في اجتثاث الخنازير والماعز الغَازِيَة بمعظم جزر أرخبيل جالاباجوس، حان الآن دور الجرذان.

**هنري نيكولز**

تبدو المروحيّة (الهيليكوبتر) كنقطة في الأفق، تتحرك ببطء على طول الخط المستقيم الخامد أعلى الجزيرة البركانية السوداء. يتدلى منها مخروط معدني ضخم: قادوس ضخم يتدفّق منه سيل متواصل من الحبيبات الزرقاء، ممطرًا المشهد العشوائي لجزيرة بِنْزُون Pinzón، إحدى جزر أرخبيل جالاباجوس.

تتابع إرين هاجن هذا المنظر عبر المنظار. كانت واقفة على سطح سييرا نجرا، إحدى ثلاث سفن راسية بمحاذاة الجزيرة في صباح أحد أيام نوفمبر 2012. وعندما تصل المروحية إلى خط الساحل الصخري، تُغيّر مسارها عبر المحيط وتحلّق فوق القارب. وبتعليمات من هاجن، يعود فريق من حُمَاة البيئة إلى العمل. يقف رجلان في حالة تَأَهُّب لتزويد القادوس، بينما يتهيّأ ثلاثة آخرون لإعادة تحميله بأكثر من 400 كيلوجرام من طعوم الفئران السامة. خلال ثلاث دقائق، ينتهي التحميل؛ لتقلع المروحيّة مجددًا، عائدةً لتصب على بِنْزُون مزيدًا من الطعم السام. تقول هاجن، مديرة مشروع بمؤسسة «الحفاظ على الجزر» Island Conservation، وهي منظمة دولية غير حكومية، ذات خبرة بإبادة الأنواع الدخيلة: «إنها أشبه بمحطة تزويد». وتضيف «يضجّ المكان بأزيز حقيقي من الجميع».

قبل خمس سنوات، كانت معظم الجزر الرئيسة والحيود الصخرية الأصغر حجمًا في أرخبيل جالاباجوس مرتعًا لآفات الفئران والجرذان الدَّخيلة. تتغذى القوارض على بيض وصغار طيور البحر، وطيور اليابسة، والزواحف، متسببةً في دفع عدة أنواع ـ منها سلحفاة بنزون الضخمة النادرة ـ نحو شفير الانقراض. في عام 2007، طوّرت خدمات متنزّه جالاباجوس القومي (GNP) ومؤسسة تشارلز داروين (CDF) مبادرة بعنوان «مشروع بنزون»، وهي خطة عمل عسكرية الطراز، بهدف إبادة القوارض الدّخيلة في ثلاث جزر، بدءًا بجزيرة سيْمور الشمالية (1.8 كيلومتر مربع)، ثم جزيرة رابيدا (5 كيلومترات مربعة)، وأخيراً بنزون (18 كيلومترًا مربعًا)، بالإضافة إلى 12 حيدًا صخريًّا صغيرًا، وجُزَيْرة (انظر: «سباق الجرذان»).

ناهزت تكلفة هذه الجهود حوالي 3 ملايين دولار حتى الآن. ورغم أنّها ليست أضخم محاولة للقضاء على الفئران، إلّا أنَّها إحدى أبرزها وأكثرها تحدِّيًا.. فقبل أن يكون بمقدور حُماة البيئة والعلماء مهاجمة القوارض، كان عليهم أنْ يتيقّنوا بأنَّ السُّم لن يفتك ببعض الأنواع الفريدة والمهدَّدة بالانقراض، كالطائر المُحاكي، وطيور البرقش، وطيور مرعى الماء rails، والإجْوانا، والسلاحف التي اشتهرت بوصف تشارلز داروين لها. وبينما استهدفت معظم حملات إبادة الفئران جزرًا نائية وغير مأهولة، تُعتبر الجالاباجوس موطناً لحوالي 30 ألف نسمة، ومقصدًا سياحيًّا لنحو 180 ألف زائر سنويًّاً. مع نشاط حركة القوارب، تبقى مخاطر عودة غزو الفئران عالية جدًّا،



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

حسب قول جيمس رسل، عالِم البيئة بجامعة أوكلاند في نيوزيلندا، الذي له اهتمام خاص بغزو القوارض. يقول رسل: «التَّحدي الحقيقي سيكون هو الأمان البيولوجي».

وبالنسبة إلى المنخرطين في حملات إبادة الفئران، يستحق الأمر الجهد والمخاطر. فهذه الحملات تَعِد بازدهار الأنواع الحيوية الفريدة مجدّدًا، وبناءً على جهود سابقة لإزالة الماعز والخنازير الوحشية من معظم مناطق الأرخبيل؛ مما جعل الإكوادور رائدة عالميًّا في اجتثاث الأنواع الدّخيلة. ويقول رسل: «جالاباجوس في الخط الأمامي عالميًّا، وتتطلع إلى تحقيق قفزة كبيرة قادمة في إدارة الآفات متعددة الأنواع».

وبوصول داروين إلى جالاباجوس في عام 1835، كانت القوارض قد استقرت هناك منذ زمن بعيد. كانت الفئران والجرذان السوداء أولى القوارض وصولاً إلى جالاباجوس، وقد جلبها القراصنة أو صيادو الحيتان في القرن السابع عشر. ومنذ ثمانينات القرن الماضي، وَجَدَت جرذان النرويج طريقَها إلى هناك أيضًا[1].

ولا يشك خبراء جالاباجوس في أنَّ القوارض خرَّبت الحياة البرية المحليّة، رغم أنَّ تأثيرات هذه المخلوقات لم تُدْرَس منهجيًّا. يقول فيليبي كروز، أحد حُمَاة البيئة الدائمين، الذي نشأ في فلوريانا، إحدى الجزر الأربع المأهولة بالسكان في الأرخبيل: «لقد كرهت هذه المخلوقات المهاجرة القاتلة، لأني رأيت ما كانت تفعله بالمنطقة». وفي مطلع ثمانينات القرن الماضي، كَرَّس كروز تسعة أشهر من كل عام للتخييم في الأراضي المرتفعة بفلوريانا، وكان دَأْبُهُ نشرَ خليط من مبيد للقوارض؛ لمنعها من تدمير البيض والفراخ في أهم مستعمرة لطيور النوء ـ زمج الماء ـ بالأرخبيل، المدرَجة كإحدى الأنواع المهددة بالانقراض، بشكل حرج منذ عام 1994 (المرجع 2).

يقول كروز إن تفانيه في هذا العمل آتى أكُله. «لقد باتت هناك طيور أكثر، ونباتات أكثر، وسحالي أكثر. كانت بمثابة جزيرة داخل جزيرة». لقد كانت أيضًا تجربة تحوُّليّة. ويضيف قائلًا: «يملأني هذا بالفخر والرضا، وشَكَّل حياتي على نحوٍ ما».

## توسيع النطاق

قبل زمن طويل، كانت لدى كروز فرصة للقضاء على الجرذان السوداء على نطاق أوسع من جزيرة بنزون كلها، حيث كانت هذه الجرذان تدمر أنواع السلاحف المتوطِّنة بالجزيرة، بافتراس صغارها. وفي سنة 1988، حين كانت تعمل بمحطة بحوث تشارلز داروين بالجزيرة الوسطى، سانتا كروز، تتذكر ليندا كايوت، وتعمل حاليًا مستشارًا علميًّا لمحمية جالاباجوس Galapagos Conservancy بفيرفاكس، فرجينيا، قائلةً: «كان هناك جفاف شديد للغاية، وبدأنا نرى الجرذان النافقة في كل مكان». شهد كايوت وكروز فرصة مثالية لإنهاء ما بدأه الجفاف، وأقنعا مديري متنزه جالاباجوس القومي (GNP) ومؤسسة تشارلز داروين (CDF) بالسماح لفريق عملٍ بنَشْر طُعْم مُسمَّم بمبيد القوارض.

شُفيت تجمعات الجرذان بعد أشهر قليلة. وتصف كايوت هذه المحاولة بـ«الفشل الناجح». فقد أدرك الباحثون أن الجرذان الصغيرة ربما لا يكون الطُّعْم قد وصل إليها، وأنه كان عليهم نَشْر الطُّعْم المسمَّم مرتين. تقول كايوت «كنا قاب قوسين أو أدنى»، لكننا «تعلمنا الكثير عن كيفية إدارة عملية ميدانية ضخمة».

مهّدت هذه التجربةُ الطريقَ لجولة ضد ثدييات غازية أكبر حجمًا ـ خاصة الخنازير والماعز ـ إذ قضى رعيها المتواصل على معظم النباتات، وسببت عواقب مدمّرة للحيوانات العاشبة المحليّة. نجح مشروع إيزابيلا ـ وهو بمثابة مبادرة ذات مراحل، بدأت في 1997، وبلغت تكلفتها حوالي10.5 مليون دولار ـ في إبادة الخنازير الغازيّة من جزيرة سانتياجو الضخمة[3]، واجتثاث 140 ألف رأس ماعز من 5,000 كيلومتر مربع أو أكثر بامتداد جزر عديدة. وحسب قول كروز ومنخرطين آخرين في المشروع، فهذه «أضخم جهود بُذلت عالميًّا لاسترداد جزيرة حتى اليوم»[4]. وحسب قول كروز، منحت هذه الجهود حُمَاة بيئة جالاباجوس الثقة اللازمة لتوسيع نطاق تفكيرهم. لقد عقدوا العزم على شنِّ هجوم جديد على الجرذان.

في عام 2007، أدار متنزه جالاباجوس القومي ومؤسسة تشارلز داروين ورشة عمل؛ للتوصل إلى أفضل مقاربة لمعضلة الجرذان؛ فاستقطبت الورشة الخبرات من حول العالم، خاصَّة من نيوزيلندا، التي تمتلك خبرة خمسين عامًا في إبادة الأنواع الغازيّة، بدءًا بالأرانب، حتى حيوانات الولّب (شبيه الكنغر). كما حققت نيوزيلندا رقمًا قياسيًّا في حملات إبادة الجرذان؛ حيث أُعْلِنت جزيرة كامبل ـ التي تبلغ مساحتها 113 كيلومترًا مربعًا ـ خالية من الجرذان لمدة عقد كامل. (انظر: http://eradicationsdb.fos. auckland.ac.nz.) يقول جون باركس، وهو باحث متعاون مع «لاندكير ريسيرش» Landcare Research، منظمة أبحاث بيئيّة مقرها لينكولن في نيوزيلندا، ومُشارك في ورشة العمل: «لقد أصبح هذا (أي اجتثاث الأنواع الغازِيَة) صناعةً في نيوزيلندا». ويضيف قائلًا: «هناك أبحاث عديدة تُبيّن أن فوائد إزالة هذه الأنواع الدخيلة من الجزر تتخطى التكلفة قصيرة الأمد لاقتناء التقنيّات اللازمة لمكافحتها».

ويقول كارل كامبل، كبير مديري برامج «الحفاظ على الجزر» Island Conservation: «أثمرت هذه الورشة «مشروع بنزون»، الذي يهدف ـ بتدرُّج العمل من الجزر الصغيرة إلى الأكبر مساحةً ـ إلى القيام باجتثاث مضطرد أوسع نطاقًا وأكثر تعقيدًا». وبعد تصديق حكومة الإكوادور على الخطة مباشرة، جهَّزت منظمة متنزه جالاباجوس القومي ومؤسسة تشارلز داروين لبدء العمل في جزيرة سِيْمور الشمالية مع دخول «الحفاظ على الجزر» المشروع في عام 2008.

وفي وقت لاحق من تلك السنة، مع ظهور بوادر نجاح في سِيْمور الشمالية، توجهت مؤسسة «الحفاظ على الجزر» إلى مختبرات بيل Bell Laboratories، وهي شركة بمدينة ماديسون ويسكونسن، مختصّة في مكافحة القوارض بمقاييس صناعية. وكان التساؤل إنْ كان بوسع هذه الشركة التَّبرُّع بمقدار كافٍ من الطعوم ـ نحو 45 طنًّا ـ لتغطي كافّة مناطق الجزر والجُزيْرات المتبقية، والمحدَّدة بخريطة طريق مشروع بنزون، أم لا؟ اجتذب الطابعُ الخيري للمشروع الشركةَ؛ فوافقت.

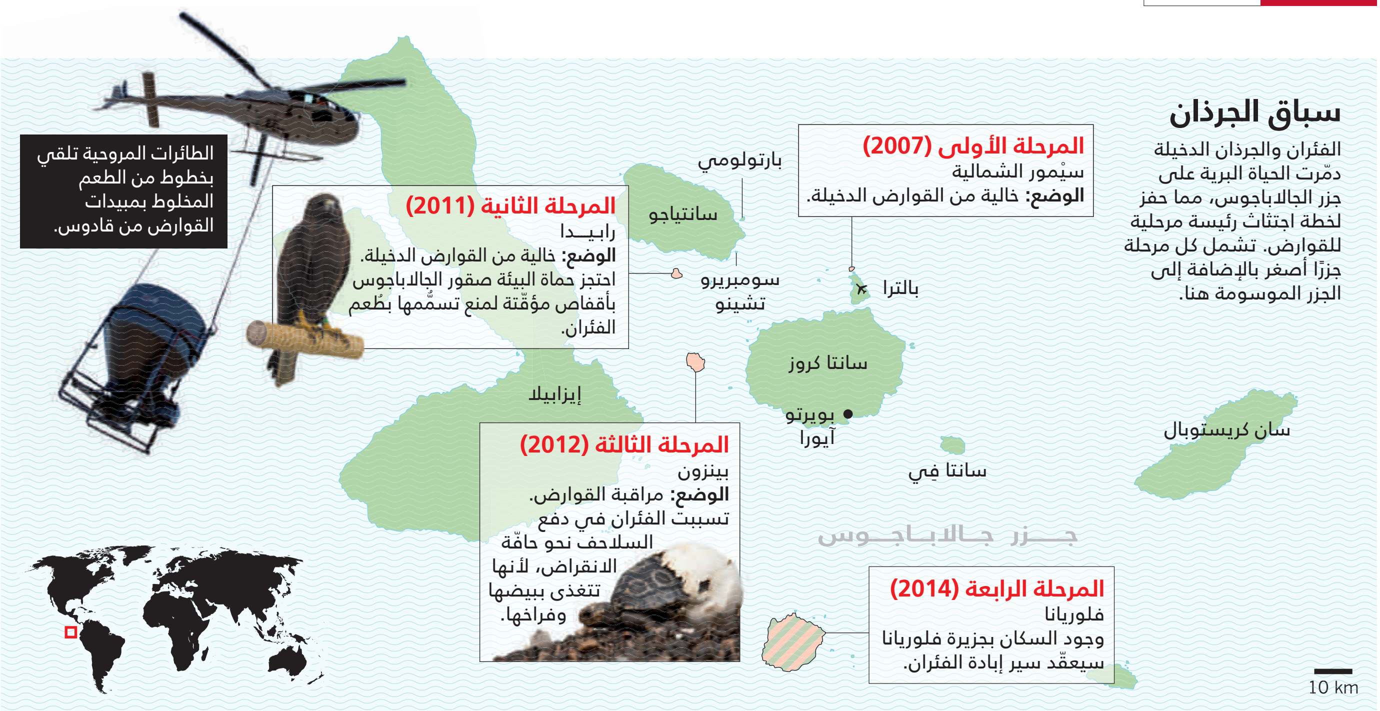
كان عدم اليقين الأبرز يدور حول تأثير أحد المركبات الفعّالة بالطُعم المسموم ـ مادة بروديفاكوم brodifacoum المانعة للتخثُّر ـ على الأنواع الحيوية غير المُستهدَفة. ففي الطيور والثّدييات، تمنع هذه المادة عملية ترميم الشعيرات التي تتمزق طبيعيًّا، مما يؤدي إلى الإصابة بنزيف داخلي، بل ونفوقها لدى ارتفاع الجرعات. وما لم يكن معروفاً، هو كيفية استجابة حيوانات جالاباجوس «لافتة الطرافة» ـ كما وصفها داروين ـ عند تعرُّضها لهذه الطعوم. يقول كامبل: «كان علينا البدء باستعادتها من الصفر»، أي تقدير المخاطر المحيطة بكافّة الفقاريات والأنواع الحيوية المُهدَّدة على هذه الجزر التي ستُنشر عليها الطعوم.

ومن الأنواع الأكثر إثارة للقلق.. طيور الجالاباجوس المُحاكية، وطيور البرقش، التي قد تتلهّف لالتقاط الطعوم. لذا.. شرعتْ آنا لوتشيا كاريون بونيلا ـ طالبة الدراسات العليا بجامعة سان فرانسيسكو في كيتو ـ في عام 2009 بتحديد أيّ الألوان أقل جذبًا لهذه الطيور الفريدة[5]. وعندما وجدت أن الإجابة هي الأزرق؛ صبغت مختبرات بيل طعوم الجرذان باللون الأزرق. وجاءت النتائج واعدة لتَجارب على طعوم غير سامّة: فقد أعرضت أنواع مهمة متوطّنة بمناقيرها عن الكتل الزرقاء اللامعة، ولم تقترب منها. كما أظهرت الاختبارات اللاحقة أن الطعوم السامة نجحت في قتل فئران المنازل الدخيلة، المنتشرة في جزيرة بلازا الشمالية المرتفعة. وفي تعديل إضافي آخر، تمّ صبغ الطعم هنا ـ وبمعظم الجزر اللاحقة ـ بصبغة فلوريسنت؛ لمساعدة الباحثين في تعقّب حركة الطعم خلال البيئة بواسطة وَسْمها بآثار دالَّة في السكك، والأعشاش، والحيوانات ذاتها ورَوَثِها. يقول كامبل: «باستخدام مصباح إضاءة فوق البنفسجية، بإمكانك معرفة أين ذهب هذا الطعم». وهذا يلمِّح إلى أنّ بعض طيور البرقش، وسحالي لافا قد قضمت شيئًا من الطعم، دون أن يقتلها.

لقد كرهت هذه المخلوقات الدخيلة القاتلة، لأني رأيت ما كانت تفعله بالمنطقة

ورغم أنَّ اختبارات التَّذوق تشير إلى أنَّ سلاحف جالاباجوس المشهورة عالميًّا والزواحف الأخرى لن تلتهم الطُّعم، فلا مجال للمخاطرة. تقول بيني فيشر، من منظمة «لاندكير ريسيرتش»: «نحتاج إلى معطيات صلبة حول ما يمكن توقعه إذا أكلت هذه السلاحفُ الطُّعم». في 2010، أطعمت فيشر حبوب الطُعم لسلاحف أسيرة ذات أصل هجين ـ يعتبرها حُمَاة البيئة أقل قيمة من الحيوانات البريَّة الأصيلة ـ لسَحْب عيِّنات من الدم خلال عدة أسابيع، وقامت بقياس وقت تخثرها، كمؤشر لتأثيرات سامّة. تقول فيشر: «كانت تجربة منهكة للأعصاب»، لكن لأسبابٍ لم تتضح بعد، بقي وقت التَّخثر ثابتًا، مما يُرجِّح عدم مواجهة السلاحف لمخاطر تسمُّم حقيقيّة.

تطلَّبت حماية أنواع أخرى مقاييسَ أكثر صرامةً. ففراخ صقور الجالاباجوس بقمة التسلسل الغذائي المحلي ـ التي يتراوح نظامها الغذائي بين صغار الإجوانا، وأسود البحر حديثي الولادة ـ كانت عرضة لمخاطر أكبر للتسمم غير المقصود. لذا.. قرر فريق العمل الإمساك بكافّة فراخ الصقور المحليّة، حتى بعد جولة الطُّعم الأولى بستة أسابيع. وفي يناير 2011، عندما قامت المروحيّة بنشر الطُّعم فوق رابيدا Rábida وبضع جُزَيْرات، اعتنت جوليا بوندر ـ من جامعة مينيسوتا ـ بعشرين صقرًا بأقفاص مؤقّتة في جزيرة سانتياجو القريبة. وبعد إجراء استقصاء شامل في نوفمبر 2012، أُعْلِن متنزه جالاباجوس القومي رابيدا خاليًا من القوارض الدّخيلة.




والآن، بعد احتجاز تجمُّع صغير للسلاحف كضمان مؤقت، حان الوقت لإعداد حملة بنزون. يحتاج سائق المروحيّة إلى 3 أيام في وجود سماء صافية؛ لنشر الطُّعم فوق المناطق بالدقة اللازمة، وعليه قيادة الطائرة بامتداد خطوط طيران محددة، يفصل بينها 35 مترًا فقط. تقول هاجن: «إبقاء تلك الخطوط مستقيمة هو ما يؤدي إلى إنجاح أو إفشال المشروع». وتتابع: «عندئذ نضمن إحراز تغطية كاملة». وعند انطلاق العملية، قامت هاجِن وفريق العمل بتحميل وإنزال الطُّعْم على مهبط طائرات حربي مهجور، كان تابعًا للولايات المتحدة بجزيرة بالترا Baltra. ثم بمنتصف نوفمبر 2012، وبتحسن حالة الطقس، انطلقت العملية جديًّا.

## بوادر النجاح

عندما خطت هاجن بقدميها على بنزون، بعد النشر الثاني للطعم في ديسمبر، بدت الجزيرة طبيعية أكثر. تقول هاجن: «عادةً بعد تعرُّض الحيوانات لمبيد القوارض، تلجأ إلى مناطق آمنة، إذ لا تشعر بأنها في حالة جيدة»، أي أنَّ الدليل الوحيد لحدوث تسمُّم جماعي، هو انبعاث روائح الجِيَف المتعفّنة، وربما هياكل الفئران العظميّة. وعادةً يستغرق الأمر سنتين من الرصد ـ باستخدام مصائد للحيوانات الحيّة، وبطاقات عضات «bite cards» تُنشَر بالمناطق المستهدفة، وبالبحث عن آثار أقدام ورَوَث الفئران ـ قبل إعلان نجاح جهود اجتثاث القوارض.

وبافتراض زوال الفئران، سيقوم فريق العمل برصد كيفية استجابة البيئة لمدة 5 إلى 10 سنوات. بومساعدة المسوح الميدانية، سيتم توثيق أحوال الأنواع الرئيسة، وستجمع المجسّات الصوتية البيانات الدالة على وفرة وتنوع حياة الطيور عبر زقزقتها. يقول نِك هولمز، المدير العلمي بمؤسسة الحفاظ على الجزر: «سيكون المقياسُ الأمثل لكل نوع مهدَّد بالانقراض نموَّ تعدادها، وقد يكون المقياس أيضًا اكتفاءها الذاتي».

وسيكون أحد المؤشرات على الأرخبيل كله هو حلزونات الأرض من جنس بوليمولوس. ورغم أنّها ليست بشهرة طيور البرقش التي ذكرها داروين، إلّا أنَّ هذه الحلزونات الصغيرة ذات الأصداف الصّنوبريّة مخروطية الشكل تقدم توضيحًا حاسمًا لقوة الانتخاب الطبيعي، إذ إنّ هناك حوالي 70 نوعًا موثقًا منها، ربما ينحدر جميعها من سَلَف واحد مستوطن مشترك[6]، لكن لأنّ الفئران تتغذى عليها، مما يجعل أن 50 نوعًا منها مهدد بالانقراض، وتمثل قواقعها المعطوبة طريقةً صالحة لحساب شراسة الفئران. تقول كريستين بيرنت، من جامعة كاليفورنيا في بيركلي، التي سوف تساعد في السنوات القادمة في رصد حلزونات بنزون، كعلامات على النهوض: «تزوّدنا اللافقاريات عمومًا بفكرة أسرع عن الاستجابة عقب برنامج الاجتثاث».

والمؤكّد في مثل هذه العملية المعقّدة أنّ ليس كل شيء يسير وفق الخطة.. فرغم أن بوندر وزملاءها نجحوا في الاحتفاظ بستين من صقور الجالاباجوس في الأقفاص طوال فترة حملة بنزون، لم تسر أحوال الطيور جيدًا بعد إطلاقها. وحسب قول بوندر، «هناك 16 حالة نفوق مؤكّدة». وتعتقد الباحثة أنّ الطيور تغذت بزواحف صغيرة، ربما أكلت طُعمًا سامًّا. وفي المستقبل، ربما يكون من الأفضل الاحتفاظ بالصقور في الأقفاص فترة أطول. وحتى لو نجحت جهود إخلاء القوارض تمامًا، ينبغي الاحتراس الدائم؛ لمنع معاودة غزوها للجزيرة. في يناير 2011، أجرى متنزه جالاباجوس القومي والحفاظ على الجزر تقديرًا لاحتمالات معاودة غزو الفئران لدى نَشْر الطُّعْم بجزيرتي بارتولومي، وسومبريرو تشينو، اللتين تبعدان مسافة قدرها 500 متر ـ وهي مسافة بمقدور الفئران سباحتها ـ عن جزيرة سانتياجو التي ما زالت موبوءة بالفئران. في نوفمبر 2012، وجدوا دليلاً على وجود فئران بالجزيرتين اللتين تمّت مُعالجتهما. (ولحسن الحظ، تبعد رابيدا وبنزون مسافة تتجاوز قدرة الفئران على وصولها سباحةً من الجزر المجاورة).

وتنبغي أيضًا مراقبة سفن السائحين وقوارب المواصلات، بحثًا عن فئران مختبئة بها. وهناك دائمًا مخاطر التخريب البشري، الذي وقع عدة مرات بعد إتمام مشروع إيزابيلا. ففي عام 2009 مثلًا، أنزل ساخطون 6 رؤوس ماعز على جزيرة سانتياجو، التي كانت آنذاك خالية من الماعز لنحو ثلاث سنوات. وحددت منظمة متنزه جالاباجوس القومي تكلفة رصد الجزيرة وإخلاء هذه الحيوانات بمقدار 32.393 دولار، أي بمتوسط يتجاوز 5 آلاف دولار لكل حيوان[4].

ورغم هذه الانتكاسات، تدفع وزارة البيئة بالإكوادور برنامجها لاسترداد جالاباجوس إيكولوجيًّا قُدُمًا. فقد خصصت الحكومة لعام 2014 عدة ملايين من الدولارات؛ لمحاولة إبادة الفئران من جزيرة فلوريانا، التي تبلغ مساحتها 173 كيلومترًا مربعًا، حيث تزيد حقيقة كونها مأهولة بالسكان من التحديات. يقول باركس: «إلقاء السم حول البشر يضيف طبقة أخرى من التعقيد»، لكن إحراز النجاح في جزيرة بحجم فلوريانا سيكون مثالاً يُحتذى لبقية العالم. وسوف ييسِّر ذلك تحقيق طموح طال أمده لدى حُمَاة البيئة لإعادة الطيور المحاكية والسلاحف للجزيرة. ولا يجب أنْ ننسى أنَّ هذا كفيل بإعادة الاسترخاء لطيور النوء بأرخبيل جالاباجوس.

سيكون هذا بمثابة تحقيق حلم حياة كروز. يقول: «عندما أتنقل بين الجزر وأشاهد سربًا من طيور النوء المحلّقة، ينبغي أن أكون صادقًا تمامًا». «إنّ قلبي يخفق أسرع». ■

**هنري نيكولز** صحفي علوم يعمل من لندن. أحدث كتبه «الجالاباجوس» سيصدر عن بروفايل بوكس في عام 2014.

1. Harper, G. A. & Carrion, V. in *Island Invasives: Eradication and Management* (eds Veitch, C. R., Clout, M. N. & Towns, D. R.) 63–66 (IUCN, 2011).
2. Cruz, J. B. & Cruz, F. *Biol. Conserv.* **42**, 303–311 (1987).
3. Cruz, F. *et al. Biol. Conserv.* **121**, 473–478 (2005).
4. Carrion, V. *et al. PLoS ONE* **6**, e18835 (2011).
5. Carrión Bonilla, A. L. *Preferencias de color de alimento en Pinzónes de Darwin y cucuves de Galápagos: Implicaciones para disminuir la muerte accidental por consumo de veneno.* Thesis, Univ. San Francisco de Quito (2009).
6. Parent, C. E. *Diversification on islands:* Bulimulid *land snails of Galapagos.* Thesis, Simon Fraser University (2008).

nature physics

# Recommend to your librarian




## With online access your institution can provide you with:

24-hour desktop access to:

- Articles online ahead of print (Advance online publication)
- Searchable online archive
- Reference linking within and beyond NPG
- “Export Citation” and “Export References”
- “See more articles like this” and “Related links”

**To access this latest physics research online, recommend site license access to your librarian**

**www.nature.com/naturephysics**

nature publishing group npg



PETE ELLIS/DRAWGOOD.COM

# لا تَمْتَعِضْ من الأخطاء

يشجِّع **ماريو ليفيو** على تقبُّل الأخطاء واغتنامها.. فهي بوّابات التقدم العلمي.

في بحث[1] نُشِر في دورية «نيتشر» في يوليو 1991، أدلى الفلكيّون أندرو لين، وماثيو بايلز، و س. ل. شيمار بتصريح صاعق: لقد اكتشفوا أول كوكب خارج نظامنا الشمسي. وما أثار دهشة الجميع، أنه لم يكن كوكبًا يدور حول الشمس كبقية النجوم، بل هو جسم نجميّ نابض من النيوترونات الكثيفة التي تدور حول نفسها، والتي تولّدت نتيجة انفجار المسْتعِر الأعظم Supernova. وقد كشف هذا الكوكب ـ المُفْتَرَض ـ عن نفسه عن طريق تغيير فترة الوَمْضات الراديويّة التي يبعثها النجم النابض.

ولسوء الحظ.. كان على لين وبايلز أن يتراجعا عن هذه النتيجة بعد بضعة أشهر، بعد الكشف عن وجود خطأ نشراه[2] في دَوْرِيّة «نيتشر» في يناير من عام 1992. وقد أعلن الفلكيّون بشجاعة أنهم لم يُصحِّحوا - بشكل كافٍ - تَصَوُّر حركة الأرض حول الشمس. وحظي كَشْف لين عن هذا التخبّط في اجتماع «الجمعية الفلكية الأمريكية» في ذلك الشهر بحفاوة بالغة، ولكنّ القصة كُتبت لها نهاية أكثر سعادة.

فَوْرَ انتهاء مداخلة لين، أعلن عالِم الفلك ألكسندر وُلشان أنه اكتشف وزميله ديل فريل كوكبين يدوران حول نجم نابض آخر باستخدام التقنية نفسها. وقد تبين أنهما بالفعل أول اكتشافين لكواكب خارج المجموعة الشمسية.

وقد أخبرني وُلشان أن البحث الأصلي الذي نشره لين كان بمثابة «معزِّز الثقة»، وأقنعه بأنّ الإشارات في بياناته كانت حقيقية. وعندما أعلن لين عن سحب نتائج بحثه، كان وُلشان قد أجرى ما يكفي من الاختبارات؛ لكي يكون على يقين.

إنّ الأخطاء تمثّل جزءًا أساسيًّا من عملية البحث العلمي. فالبحث لا يسلك مسارًا خطيًّا مباشرًا نحو الحقيقة، بل يسلك مسارًا متعرجًا، وينطوي على التجربة والخطأ. وارتكاب الأخطاء ليس مقصورًا على العلماء المُسْتجدّين، أو عديمي الخبرة، فحتى أبرز العلماء ـ ومن بينهم تشارلز داروين، وألبرت أينشتاين ـ وقعوا في أخطاء خطيرة.

تحتاج الأفكار الخلّاقة بالفعل إلى الاستعداد لِتَقَبُّل الدخول في المخاطر، وتَقَبُّل حقيقة أنّ الأخطاء والهفوات قد تكون بوابةً لتحقيق التقدّم. وعلى الرغم من أنّ هذا الأمر مُدرَك بشكل جيّد في بعض الشركات الخاصّة العاملة في مجال البحث والتطوير، إلا أنّ الأكاديميين اليوم أبطأ في اعترافهم بضرورة الوقوع في الأخطاء.

لقد أدرك عالِمُ الكيمياء لينوس بولينج هذا الأمر. ويَذْكُر جاك دونتس ـ الذي كان تلميذه في فترة الدراسة للحصول على درجة ما بعد الدكتوراة ـ أنه كثيرًا ما قيل له: «الأخطاء لا تُلْحِق أضرارًا بالعِلم، لأنّ هناك الكثير من الأشخاص الأذكياء الذين سيكتشفونها على ◄

الفور؛ ويصحِّحونها. كل ما في الأمر هو أنك ستشعر بأنكَ تصرفتَ بحماقة. ولا بأس في هذا، إلا فيما يتعلق بكبريائك، ولكنْ إذا كانت الفكرة جيدة، وأحْجَمْتَ عن نشرها، فقد يعاني العِلْمُ من خسارة».

## مشكلة مُعقّدة

قد تكون الأفكار المجنونة سببًا في تسليط الضوء على معلومات مهمّة. ففي عام 1867، افترض[3] عالِم الفيزياء البارز وليام طومسون (اللورد كِلْفِن) أن الذرّات لا تشبه النقاط، بل هي «أنابيب دواميّة معقّدة من الأثير». كان الأثير هو السائل المفترَض المنتشِر في الفضاء، الذي يشكل وسطًا للكهرباء والقوى المغناطيسية.

وقد تعرَّفَ كلفن ـ مُلْهَمًا بالعمل الذي أجراه الفيزيائي الألماني هيرمان فون هيلمهولتز في القرن التاسع عشر على دوامات السوائل ـ على ثلاث خصائص للأنابيب الدوّامية المعقّدة؛ جعلت منها نماذج جذابة للذرّات.

الخاصِّية الأولى: كانت الدوّامات في السوائل مستقرة بشكل مدهش، ممّا جعلها بالنسبة إلى كلفن نُسَخًا مطابقة لـ«الصفات المميَّزة غير القابلة للتغيير» في الذرّات، ويمكن تصنيف كل عقدة وفقًا لخصائصها الهندسية. والخاصِّية الثانية: التنوع في العناصر الكيميائية يُمْكِنه أن يعكس «تنوّعًا لا نهاية له» من العُقَد. والخاصِّية الثالثة: مثلما يحدث في اهتزاز حلقات الدخان، فإن ذبذبات أنابيب الأثير الدوّامية ربما تنتج خطوط الطيف الذَّرِّيَّة.

ولشرح الجدول الدوري، كان كلفن بحاجة إلى تصنيف العُقَد وفقًا لأشكالها، متخلِّيًا عن أيٍّ من الأشكال التي يمكنها أن تتعرض لتأثير من شكلٍ آخر. وفي نظرية كلفن، شَكّلَ «فكّ العقدة» الدائرية ذرّة الهيدروجين، وشكّل فك عقدة الورقة الثلاثية ـ بِعُرَاها الثلاث ـ ذرّةَ الكربون.

من الواضح أن نظرية كلفن للذرّات الدوّامة كانت خاطئة، فالأثير لا وجود له أساسًا. ورغم ذلك.. فهذه الإخفاقات لم تردع الجميع. ففي حين تراجَعَ اهتمام الفيزيائيين لفترةٍ من الوقت، بدأت العُقَد في تحفيز علماء الرياضيات، وأصبحت مجالًا نشطًا للأبحاث لعدة عقود.

وفي ثمانينات القرن العشرين، عادت نظرية العقدة لتَشْغَل علم الفيزياء. فقد اكتشف عالِم الرياضيات فوجان جونز تعبيرًا جبريًّا فريدًا لكل عقدة. وربط الفيزيائي إدوارد وِيتِن بين هذا التعبير وبين مجال نظرية الكَمّ، وهو فرع من علم الفيزياء، يصف حقول وعالم ما تحت الذرّة. وفي الفيزياء الكلاسيكية، يتم تحديد مسار الجسيمات التي تنتقل من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) باستخدام قوانين نيوتن للحركة. أما في نظام الكَمّ، فيجب على المرء أن ينظر في جميع المسارات التي يمكنها الربط بين نقطتي (أ) و(ب)، بما فيها تلك المُتعرِّجة والمُعقّدة.

ربطت الأعمال اللاحقة بين العقدة، ونظرية مجال الكَمّ، ونظرية الخيط، التي بوصفها للجزيئات باعتبارها اهتزازات خيوط، تُعِيد تذكيرنا بفكرة كلفن. واليوم، تُسْتخدم العُقَد في الكيمياء والبيولوجيا لتحليل سلوكيّات الإنزيمات على جزيئات الحمض النووي. وفي عمليةٍ تُعرف باسم «تهجين مواقع محددة»، تقوم الإنزيمات بمحاذاة أجزاء من التسلسل الجِيني، وقَطْع خَيْطَيْ الحمض النووي؛ لفتح وإعادة تَهجين النهايات الأربع بطرق مختلفة، وهذا ما يمكن وصفه باستخدام نظرية العقدة.

## ادّعاءاتٌ غير عاديّة

في بعض الأحيان يصعب تصحيح الأخطاء. ومن الممكن أن تكون التجارب الحديثة شديدة التعقيد، وتتطلب استثمارات كبيرة في الوقت والأموال؛ مما يجعل تكرارها باهظ التكلفة. وعندما يُفترض بشكل كبير أن نتيجةً ما خاطئة، فإنّ عددًا قليلًا من العلماء سيجد الدافع لتكرار العمل.

وقد تكون هناك مكافآت للقيام بذلك.. فالادعاء المثير[4] في دَوْرِيَّة «ساينس»، الذي ساقته عالِمة الأحياء الدقيقة فيليسا وولف سيمون وزملاؤها عن اكتشافهم جرثومة تقوم بإحلال الفوسفور محلّ الزرنيخ للمحافظة على نموّها، جلبَ موجةً من الانتقادات.

قام عدد قليل من النقّاد بفحص التجربة، ومن ضمنهم عالمة الأحياء الدقيقة روزماري ريدفيلد ـ من جامعة كولومبيا البريطانية في فانكوفر، كندا ـ التي دَوَّنت العمليّة (انظر: go.nature.com/bmb62d). لقد كان جهدها مثمرًا، فقد تبيّن أن البكتيريا تبذل جهودًا كبيرة؛ لتفادي الزرنيخ. ولم تعثر ريدفيلد وزملاؤها على أي أثر للزرنيخ في الحمض النووي للبكتيريا في الحدود التي تقلّ كثيرًا عمّا ذُكِر في البحث الأصلي. وتَمَكَّن عالِم البيولوجيا الجزيئية دان توفيق وفريقه ـ في معهد وايزمان للعلوم في رحوبوت، إسرائيل ـ من تحديد الآليّة التي تتمكن بها بعض بروتينات هذا النوع من البكتيريا ومشابهاته من الارتباط بالفوسفور، وليس بالزرنيخ.

وعلى الرغم من وضوح درس واحد فقط ـ وهو أنّ الادّعاءات غير العادية تحتاج إلى أدلة غير عادية لإثباتها ـ إلا أن البحث الأصلي ما زال يتمتّع ببعض القيمة العلميّة. لقد حفّز النّقاش، وألهب الفضول حول الاحتمالات المختلفة للحياة.

في القرن التاسع عشر، كتب المؤلف الاسكتلندي صموئيل سمايلز: «كثيرًا ما نكتشف ما هو مفيد من خلال معرفة ما هو غير مفيد، وربما كان مَنْ لم يخطئ أبدًا هو مَنْ لم يكتشف شيئًا على الإطلاق». ولا ينبغي أن تؤخذ عبارته كدعوة للدفاع عن التسرّع في مجال العلوم، بل كدعوة إلى تشجيع التفكير الخلّاق، ومجابهة المخاطر المحسوبة.

هل يمكن استيعاب فشل الأبحاث في أجواء أيامنا هذه سريعة الإيقاع، المتعطشة للتمويل، والخاضعة للتأثيرات؟ أعتقد أن هذا أمرٌ واجب. يجب علينا إفساح المجال لمقترحات علمية محفوفة بالمخاطر في عمليات التقييم والمنح.

حتى قبل عقدٍ من الزمن، شُجِّعَت اللجان التي خَصَّصت وقتًا لمراقبة التليسكوب الفضائي «هابل» على إعطاء ما يصل إلى 10%من الوقت للمقترحات التي تتميّز باحتمال نجاح ضعيف، ولكنْ مع عائد محتمَل مرتفِع. ويمكن اعتماد فلسفة مماثلة على نطاق أوسع.

هناك مشكلة تبدو للجميع، وهي أن اللجان تميل إلى عدم الموافقة على البرامج المحفوفة بالمخاطر. وتقترب الجهود المبذولة للتوصل إلى توافُق في الآراء من المتوسط. ويمكن التغلب على عقبات كهذه، إذا تُرِكَت القرارات لشخص واحد. ففي حالة التليسكوب «هابل»، أُتيحت مِنْحَة تمويلية من برنامج «الوقت التقديري للمدير director's discretionary time» لاستخدام التليسكوب، يمكن لأي شخص أن يطلبها. ومن هذا البرنامج جاءت صورة «ساحة هابل العميقة»، وهي واحدة من أكثر الصور تفصيلًا، التي أُخِذَت للكون.

وفي الوقت الحاضر يتم تشغيل كافة التليسكوبات ـ بما فيها «هابل» ـ بغرض معالجة النتائج العميقة «للإخفاقات» الأخرى. لقد أعرب أينشتاين عن ندمه لمحاولته تصميم نموذج (كَوْنٍ ساكِن) باستخدام قوة الجاذبية الطاردة (انظر: «هل سبق لأينشتاين القول "أكبر خطأ"؟»). ومنذ أن أدّت ملاحظات المستعِر الأعظم في عام 1998 إلى الكشف عن أنّ الكون الذي نعيش فيه يتحرك بصورة متسارعة، أصبح فَهْم طبيعة تلك القوة الدافعة واحدًا من أكبر التحدّيات التي تواجهها الفيزياء اليوم.

هذا.. ومن الواجب على الباحثين اغتنام الأخطاء التي تأتي من التفكير بشكل غير تقليدي خارج الصندوق، والتعلم منها. ويجب أن تسمح عمليّات التقييم بالإبداع، حتى ولو انطوت على إمكانية البدايات الخاطئة، وسلوك الطرق المعتِمة. ■

## إعادة قراءة التاريخ

### «هل سبق لأيِنشْتاين أنْ قال «الخطأ الأكبر»؟

إن معظم ما دُوِّن عن «الثابت الكوني» لألبرت أينشتاين يذكر «خطأه الأكبر»، وهو تقديم هذا العامل الثابت المعاكِس للجاذبية في المعادلات التي تخصّ الكون.

هل قال أينشتاين هذا فعلًا؟ بعد التدقيق في عشرات الوثائق أثناء البحث الذي أجريته إبان وضع كتابي «إخفاقات متألّقة»، (سايمون أند شوستر، 2013)، لم أجد أي دليل يثبت أنه قال هذا.

يبدو أنّ عبارة «أكبر خطأ» وردت مِن قِبَل عالِم الفيزياء النّابض بالحيوية متعدّد المواهب، جورج جامو، في مقال نُشر في عدد سبتمبر 1956 من دَوْرِيّة «سايِنْتِيفِيك أميريكان *Scientific American*». وقد كرّر جامو القصّة فيما بعد في سيرته الذاتية التي وضعها في عام 1970، «خَطّ عَالَمِي الخاص *My World Line*».

لقد كان أينشتاين غير راضٍ بالفعل عن قيامه بتقديم الثابت الكوني، قائلًا في رسالة وجّهها إلى عالم الكونيّات، جورج لوميتر، إنه «غير قادر على استيعاب أنّ مِثْل هذا الشيء القبيح يجب أن يتحقق في الطبيعة». ووَصْفُه بأنه «خطأه الأكبر» كان ـ في رأيي ـ مبالغة من جامو.

**ماريو ليفيو** هو عالم الفيزياء الفلكية في معهد علوم تليسكوب الفضاء، بالتيمور، ميريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية. نُشر كتابه الذي يحمل عنوان «إخفاقات متألقة»، (سايمون آند شوستر)، في الشهر الماضي.
البريد الإلكتروني: mlivio@stsci.edu

1. Bailes, M., Lyne, A. G. & Shemar S. L. *Nature* **352,** 311–313 (1991).
2. Lyne, A. G. & Bailes, M. *Nature* **355,** 213 (1992).
3. Thomson, W. *Proc. R. Soc. Edinb.* **6,** 94–105 (1867).
4. Wolfe-Simon, F. *et al. Science* **332,** 1163–1166 (2011).



ILLUSTRATION BY GAVIN POTENZA

# ست إشارات حمراء للارتياب في عملٍ بحثي

يشرح الدكتور **س. جلين بيجلي** كيفية التعرف على الأوراق البحثية قبل-الإكلينيكية، التي لا تتماسك بياناتها.

قبل بضعة أشهر، تلقّيتُ بريدًا إلكترونيًّا يائسًا من عالِمٍ حاصِل على درجة ما بعد الدكتوراة. فقد أقرّ الباحثون للتَّوّ ـ ومن بينهم أنا وزملائي ـ بأنّ غالبية الأوراق البحثية قبل الإكلينيكية عن السرطان، المنشورة في دوريّات من الدرجة الأولى، قد لا تكون قابلة لإعادتها، حتى بواسطة أصحاب البحث أنفسهم[1,2]. توسَّلَ إليّ العالِم، كي يتعرف على تلك الورقات البحثية، قائلا: «قد أكونُ مضيِّعًا لوقتي في العمل على هذا المشروع». كان هذا صحيحًا، لكننا وقّعنا اتفاقيات خصوصية؛ حالت بيننا وبين الكشف عن الأوراق البحثية المحدَّدة. إضافة إلى ذلك.. فإن تعيين هويتها لن يعنون المشاكل الأوسع نطاقًا في نظام البحث والنشر، التي تنتج أوراقًا بحثية وفيرة، لا تصمد أمام التمحيص.

كانت هناك بعض الاختلافات البيِّنة بين 90% من الأوراق البحثية التي لم نستطع تكرار خطواتها، والأوراق البحثية القليلة التي استطعنا تكرارها.

في ممارستنا الأوَّليّة[2]، اتصلنا بالباحثين الذين لم نستطع تكرار أعمالهم؛ لمناقشة أوجه التباين. في بعض الأحيان، كُرِّرَت التجارب بواسطة الباحثين الأصليين، وجاءت النتائج الأكثر دراميَّةً من الباحثين الذين لم يتمكنوا من تكرار عملهم الخاص عند إجرائه في المختبرات الخاصة بهم، وباستخدام كواشفهم الخاصة. كان الفرق الوحيد في المرة الثانية هو أنّ عليهم القيام بالتجارب بشكل مُعَمَّى.

ومع ذلك.. فكثيرٌ من الباحثين الذين لم يكن في الإمكان تكرار عملهم كانوا على استعداد لكي يصفوا لنا ـ بأمانة ـ النُّهُج التجريبية الخاصة بهم بكل ثقة. اشتركت هذه الأوراق البحثية ـ غير القابلة للتكرار ـ في عدد من الخصائص، بما في ذلك: استخدام غير ملائم لكواشف رئيسة، وافتقار عناصر تحكُّم موجبة وسالبة، واستخدام غير ملائم للإحصاء، والفشل في إعادة التجارب. وإذا كُرِّرَت، فغالباً ما يتم اختيار البيانات بشكل مكثف؛ لتقديم نتائج «أعجبت» الباحثين. وقد وجدنا أن هذه عيوب شائعة بالأوراق البحثية غير القابلة للتكرار، وتنطبق على جميع البحوث البيولوجية الأساسية. كما أنّ معالجة تلك العيوب أثناء كتابة، وتحرير، وتنقيح البحث يمكن أن تقطع شوطا طويلاً تجاه إنتاج مشروع علمي متين.

لذا.. نطرح هنا ستة أسئلة، يجب على كل مؤلف بحث، ومحرِّر، وناقد، وقارئ أن يسألها لنفسه عند تقييم ورقة بحثية.

## ستة أسئلة

**هل أُجريت التجارب بشكل معمّى؟** من الأسهل كثيرًا الحصول على النتيجة التي تحيك أفضل قصة، وتلائم فرضيةً ما على أحسن حال عندما يُجْرِي الباحثون تجارب غير معمّاة. لذا.. أولاً، تحققْ من الأساليب، واحسب التفسيرات. على سبيل المثال: فالدراسات المجراة على الحيوانات، والأبحاث بداخل المختبر، وقراءة المواد الهلامية التي يتم استخدامها في فصل بروتين، أو فصل الحمض النووي، يمكن القيام بعملها ـ بل ينبغي القيام بعملها ـ أو على الأقلّ تحكيمها علميًّا بواسطة باحثٍ معمّى عن المجموعات المختبرة في مقابل المجموعات الضابطة. والباحثون المنعزلون ـ وهم قِلّة ـ بمقدورهم إدخال بعض الشيء من أسلوب التعمية. وليس معتادًا أن تجد دراسات معمّاة في البحوث الأساسية منشورة بدَوْرِيّات من الدرجة الأولى. وإذا ما تم إجراء التجارب بأسلوب معمّى؛ فهذا يزيد من احتمال صمود العمل أمام اختبار الزمن.

**هل تم تكرار التجارب الأساسية؟** إنّ معرفة هذا الأمر في أي دراسة مسألة حاسمة. وللأسف، نادرًا ما يتم تنفيذ الإعادات. و«تقنية ويسترن لفصل البروتينات» Western blot (وهي تقنية تستخدِم الأجسام المضادة للكشف عن بروتينات محددة في مزيج) كثيرًا ما يتم إجراؤها مرة واحدة فقط، وكذا تحليلات مماثلة. وعندما يتم الحصول على النتيجة المرجوة، تعرض تلك النتيجة. والدراسات المستخدمة لتقنية «تدخل الحمض النووي الريبوزي» RNA interference كثيرًا ما تعرض نتائج تجربة واحدة، وغالبًا يتم فحص خط واحد أو اثنين فقط من خطوط الخلايا.. فإذا لم تصرح التقارير بأنّ التجارب قد أُعيدت؛ تَشَكَّكْ في الأمر.

**هل تم عرض جميع النتائج؟** إنّ الانتقاء غير المناسب للبيانات أمر بالغ الأهمية. تظهر «تقنية ويسترن لفصل البروتينات» فقط قطعة صغيرة من الهلام، بينما يتم اقتصاص غالبية النطاقات. ورغم أن العديد من ◄

هذه النطاقات المقتصّة قد تكون غير جوهرية، فإن إزالتها تشير ـ على نحو كاذب ـ إلى أنّ الجسم المضاد استطاع الكشف عن البروتين المرغوب فقط، وهي مسألة نادرة الحدوث. إضافة إلى ذلك.. فغالباً لا تظهر معايير الحجم، التي بدونها لا يمكن أن يحصل القارئ على قَدْر من الثقة في أنّ النطاقات المحددة ذات حجم صحيح، حتى بشكل غير مباشر. وقد يكون من المفيد مقارنة نتائج تجارب أخرى بورقة بحثية استخدمت الجسم المضاد نفسه: نمط النطاقات ينبغي أن يكون متماثلًا عبر التجارب.

من المفيد دائمًا التثبت من صحة الصور.. فمند أن بدأت مجلة «بيولوجيا الخلية» فَحْص الصور بشكل روتيني، اضطرت إلى إلغاء 1% من الأبحاث المقبولة، بعد الكشف عن ملفات صور متلاعَب بها رقميًّا[3]. خذ حذرك من «النتيجة النموذجية»، واطلب مشاهدة كافة النتائج. فقد اعترف لنا أحد الباحثين بأنه تخيَّرَ نتيجة شاذة، دعَّمت فرضيته، وتجاهلَ غالبية التجارب التي لم تدعمه.

**هل هناك تجارب ضابطة موجبة، وأخرى سالبة؟** في كثير من الأوراق البحثية رفيعة المستوى، وغير القابلة للتكرار، يتم استبعاد تجارب التحكم الحاسمة، أو يتم ذكرها بصيغة «بيانات غير معروضة». مع ذلك.. فمن المستحيل تقييم البيانات بشكل صحيح، بدون مراجعة التجارب الضابطة. هناك ممارسة شائعة أخرى، ألا وهي إظهار صور المواد الهلامية الأكثر وضوحًا خارج النطاق الخطي للفيلم. إن التوضيح المفرط لعناصر التحكم يجعل من المستحيل عمل تقدير للكميات النسبية من مجموع المواد التي تتم مقارنتها. وعندما تتم مناقشة وجود فرق بين العيِّنات في كثافة إشارة محددة، فمن الضرورى معرفة أن المقارنة قد تمت بين كميات متساوية من العيِّنة الكلية. أمّا كون عناصر التحكم أكثر وضوحًا، فإن هذا الفرق يُحْجَب. ووجود فرق مزعوم بين العيِّنات قد يكون مجرد نتيجة تحميل عيِّنة كليّة أكبر. لذا.. يجب توخي الحذر عند فحص المنشور العلمي الذي يخفي عناصر التحكم.

**هل تم التحقُّق من صحة الكواشف؟** توجد هنا عدة أخطاء شائعة. بطبيعة الحال، من المهم معرفة أن الأجسام المضادة المحددة تكتشف فقط المستضد قيد الدراسة. ومع ذلك.. فعادةً لا يتم إظهار «تقنية ويسترن لفصل البروتينات» الحاسمة (التي تعرض نطاقًا واحدًا فقط)، أو غيرها من التحليلات التي تتثبت من صحة الكاشف. وبدلًا من ذلك.. غالبًا ما يُذكر مرجع لورقة بحثية سابقة، التي بدورها لا تُظهِر البيانات الأساسية. وهناك أيضًا أمثلة لباحثين يقومون باستخدام جسم مضاد، على الرغم من تصريح الشركة المصنِّعة بعدم صلاحيته للغرض ذاته تحديدًا.

> «تمّ تحديدُ العديد من هذه العيوب، ومَحْوها من الدراسات الإكلينيكية منذ عقود»

وتمثِّل التجارب باستخدام مثبطات جزيء صغير إشكاليّةً بصفة خاصة، حيث يختار الباحثون أن ينسبوا الأثر المنشود إلى الجزيء المفضل لديهم، متجاهلين الأهداف الأخرى المتعددة التي تتأثر بالمثبط، أو يغضوا البصر عن التجارب الرئيسة، التي ـ فيما يُعتقَد ـ توضح افتقارهم لوثوق الصلة بالموضوع بقول «بيانات غير معروضة».

**هل كانت الاختبارات الإحصائية مناسبة؟** عادةً ما تُلاحَظ التحاليل الإحصائية غير الصحيحة في الدراسات الحيوانية، التي تُجَمَّع فيها النتائج على مدى فترة زمنية طويلة. ففي منحنى زمني كهذا، يمكن تسليط الضوء على نقطتين، والإعلان عن اختلافهما بشكل بالغ عن نقاط على منحنى التحكم، على الرغم من أنّ حاصل المنحنيين هو ـ في الأساس ـ المجموع نفسه. فعليك أنْ تتحقق من أن الاختبار الإحصائي قد تم تطبيقه على المنحنى كله، وليس فقط على نقاط محددة بطوله (يُعدّ موضع العلامة النجمية المشيرة إلى القيمة الإحصائية «بي» *P* value دليلًا مهمًّا)[4].

وبشكل ملحوظ.. هذه العيوب الستة شائعة بين أوراق بحثية عديدة، حتى تلك التي لم ندرجها في تحليلنا الأصلي. وكممارسة غير رسمية، قمتُ مؤخرًا بإلقاء نظرة سريعة على كومة من الدّوريّات البارزة على مكتبي: الغالبية العظمى منها تضمّنتْ ـ على الأقل ـ ورقةً بحثية ـ وغالبًا أكثر من ورقة بحثية ـ تحتوي على أحد العيوب الأساسية الموجزة هنا، أو أكثر. ومن الملاحظ أيضًا أن العديد من هذه العيوب قد حُدِّدت ومُحِيَت من الدراسات الإكلينيكية منذ عقود. ففي مثل هذه الدراسات الآن يكون المعيار الذهبي هو تعمية الباحثين، وإدراج عناصر تحكُّم متزامنة، وتطبيق الاختبارات الإحصائية بدقة شديدة، وعمل تحليل لكل المرضى، إذ ليس بمقدورنا استبعاد مرضى، لأننا لا نحب نتائجهم.

لماذا نرى هذه الأوراق البحثية رديئة الجودة مرارًا في العلوم الأساسية؟ بشكل جزئي، يصل بنا الأمر إلى حقيقة أنه لا توجد عواقب حقيقية للباحثين أو المجلات، وأيضًا لأن كثيرًا من المراجعين المشغولين (بشكل محبِط) ـ والباحثين المشاركين كذلك ـ لا يقرأون الأوراق البحثية في واقع الأمر، نظرًا إلى أن المجلات تحتاج إلى ملء صفحاتها «بقصص» بسيطة، ومكتملة، وبسبب الفشل الواضح في التعرف على المصالح المتنافسة للمؤلفين ـ بخلاف المصالح المالية المباشرة ـ التي قد تتداخل مع أحكامهم.

إن كل اختصاصيّ في مجال البيولوجيا يريد نشر ورقة بحثية في دوريّة «نيتشر»، أو «ساينس»، أو «سِل» *Cell*، بل وكثيرًا ما يحتاج إلى ذلك، لكن المجتمع العلمي لا يدرك الحوافز الضارّة التي يمكن أنْ تنتج من أثر ذلك. بعض هذه المشكلات يمكن معالجتها بسهولة بأنْ تُنشر فقط التجارب قبل الإكلينيكية، التي تكون معمّاة ومنسوخة، ومستخدَم فيها عناصر تحكُّم على نحو ملائم. أليس هذا ما توقع زميلي ـ الحاصل على درجة ما بعد الدكتوراة ـ أننا كنا نقوم به بالفعل؟ ■

**س. جلين بيجلي** هو نائب الرئيس الأسبق في «تيترالوجيك للمستحضرات الدوائية»، مالفيرن، بنسلفانيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: cgbegley@tetralogicpharma.com

1. Prinz, F., Schlange, T. & Asadullah, K. *Nature Rev. Drug Discov.* **10,** 712 (2011).
2. Begley, C. G. & Ellis, L. M. *Nature* **483,** 531–533 (2012).
3. Rossner, M. 'How to Guard Against Image Fraud' *The Scientist* (1 March 2006); available at http://go.nature.com/bjjbe4
4. Vaux, D. L. *Nature* **492,** 180–181 (2012).

The author declares competing financial interests: see go.nature.com/qeu6pr for details.

# إعطاء الضوء الأخضر للإنارة الفعَّالة

يقول **كيفن جاستون** إنّ الجهود المبذولة لتطوير إنارة الشوارع توفِّر فرصةً نادرةً لتقليص التكاليف المالية والبيئية.

أخذت الإدارات المحليّة للبلدان والمدن حول العالم تحاول خلال السنوات القليلة الماضية أن تُخْفِت من إنارة الشوارع وتطفئها في أجزاء من الليل، وأن تستثمر في تقنيات طاقة أكثر فعالية، مع تحديث نُظم الإنارة القديمة تدريجيًّا. وقد أسهمت الأوقات العصيبة والميزانيات المحدودة في تزايد ذلك النشاط.

وتقدِّم الضغوط المالية حاليًا، مع وفرة تقنيات الإنارة الحديثة، بجانب الفهم المتعمق للأهمية الصحية لتعاقب دورات الضوء الطبيعي في عديد من الكائنات الحية فرصةً غير تقليدية. ولانتهاز تلك الفرصة، يجب أن يُسرع علماء البيئة في الاحتشاد والبناء على المعارف المتاحة عن تأثيرات الضوء الاصطناعي على النباتات والحيوانات، وأن يتعاونوا مع المسؤولين عن تطوير وتنفيذ مخططات الإنارة العموميّة.

إنّ الإنارة الكهربية المعتمدة على الشبكات تؤثر في نموّ كائنات حيّة عديدة، وفي فسيولوجيتها، وسلوكها، كما تؤدي إلى انبعاث حوالي 1.5 مليار طن سنويًّا من ثاني أكسيد الكربون حول العالم. وبالإضافة إلى ذلك.. يؤثر الضوء الاصطناعي على الساعة البيولوجية للأشخاص. وقد ربطت دراسات عديدة بين هذا الاضطراب، وحالات مرضيّة معينة، مثل سرطان الثدي[1]، والبدانة. كما يمثل الضوء الاصطناعي أيضًا عقبةً أمام الرَّصْد الفلكي، ويحرمنا من مَشاهد الإضاءة القمرية، ورؤية السماء على طبيعتها، سواء أكانت مظلمة، أم ممتلئة بالنجوم.

وتُعتبَر معظم النُظم الحالية لإنارة الشوارع غير فعّالة، ومكلفة، حيث يُهدر جزء كبير من الضوء المنبعث، ليسهم في ظاهرة الوهج السماوي، التي تمتد إلى عشرات الآلاف، بل أحيانا إلى مئات الآلاف من الكيلومترات. وتاريخيًّا، لم يكن تركيب بعض نُظم الإنارة بسبب الرغبة في مساعدة الناس، بل نتيجة للاعتقاد السائد بأنها تضيف جمالًا إلى المدينة، أو بسبب قلة الكلفة الإضافية عند استخدام الفائض من الكهرباء في فترات الطلب المنخفض. وكذلك، لم تُضبط كمية الإنارة في شوارع كثيرة، على اعتبار أن المصابيح الأمامية للكثير من السيارات الحديثة الآن أصبحت أكثر وميضًا بحوالي ثماني مرات، مقارنةً بمثيلاتها المصنوعة قبل 60 عامًا.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


BENOIT PESLE/ANZENBERGER/EYEVINE

يسهم الضوء المُهْدَر من إنارة الشوارع في ظاهرة الوهج السماوي، كما هو الحال في مدينة نيويورك.

## اخفتوا الأضواء

قَدَّر أحدُ التقييمات العالمية[2] للضوء الاصطناعي في عام 2006 أنّ إنارة الشوارع تستهلك سنويًّا حوالي 114 تيراوات ساعة من الكهرباء حول العالم، أي ما يعادل تقريبًا 400 ضعف ما تستهلكه مدينة نيويورك سنويًّا لإنارة شوارعها. وقد أدركت الحكومات والإدارات المحلية سريعًا في أمريكا وأوروبا وآسيا أن هناك فُرصًا كبيرة للترشيد، ليس فقط من خلال إخفات وإطفاء أنوار الشوارع، ولكن أيضًا عن طريق استخدام الثنائيّات الباعثة للضوء (LEDs)، الأكثر كفاءة في استخدام الطاقة، بدلًا من المصابيح التقليدية. وكلما استمر الانخفاض في كلفة التقنيات الجديدة، ازدادت تلك الجهود.

هناك طرق عدة لخفض الطاقة المستخدَمة في إنارة الشوارع. وهي تنطوي إجمالًا على تقليل الوقت، أو المدى المستخدَم في الإنارة، وكذلك شدة الضوء[3,4]. ويعتمد توفير الطاقة على حجم ونوع أنظمة الإنارة المستخدَمة، والغرض منها، وما إذا كان قد جرى استبدالها أوتحديثها، أم لا. وعلى سبيل المثال.. في حالة الطرق والبلدات والمدن التي لا تزال تحت الإنشاء، يكون منطقيًّا الاستثمار في نظم إنارة منخفضة الطاقة، يمكن التحكم فيها مركزيًّا، في حين تعتمد جدوى التعديل التحديثي لنظم الإنارة القائمة على المدى الزمني الذي يُغطِّي فيه توفيرُ الطاقة كلفةَ التعديل. ويتراوح ذلك المدى الزمني ما بين 10 ـ 20 عامًا في حالة استخدام تقنية الثنائيّات الباعثة للضوء.

وبالتالي، يتوجب على المسؤولين عن تعديل أنظمة الإنارة أَخْذ مثل تلك الأمور بعين الاعتبار، حيث إنّ اتباع منهج دقيق من شأنه أنْ يضمن وجود أنظمة إنارة غير ضارة بالبيئة، فضلًا عن توفير الفوائد الضرورية بأقل كلفة ممكنة.

ويمكن للضوء الاصطناعي أن يؤثر على عدد هائل من العمليات البيولوجية، بما في ذلك النوم، والتمثيل الغذائي، وعمليات الإنبات والإزهار. كما أنه قد يغيِّر من انتشار وكثافة وجود الكائنات الحية، ويتداخل مع علاقات المفترسات بالفرائس[5,6]. وفي الواقع، تكون تلك التأثيرات على الأرجح شاملةً، لما لأهمية تعاقب دورات الضوء الطبيعي على الساعة البيولوجية، والاستجابات الفسيولوجية للكائنات الحية التي تتأثر بطول فترة النهار.

وللحدِّ من تلك التأثيرات البيولوجية السلبية[6]، يُمكِن ـ بشكل عام ـ تحديد عدد أعمدة الإنارة، وإخفات الإضاءة، وإطفاؤها لفترات أقصر، لكنْ لا تزال هناك حاجة إلى دراسات تُفاضِل ما بين الحلول التوافقيّة المتاحة. إنّ حاجة الناس إلى الضوء الاصطناعي تشتد في ساعات ما بعد الغسق، وما قبل الفجر. وفي ذلك إطالة اصطناعية للنهار (بالنسبة إلى الكائنات النهاريّة)، وتقصير اصطناعي لليل (بالنسبة إلى الكائنات الليليّة). ومن الممكن أن يؤدي تعديل الإضاءة في تلك الفترة ـ بما يتوافق مع البيئة المحيطة، ووفق احتياجات الإنسان ـ إلى تقليل التأثيرات السلبية للإنارة الليلية.

«يمكن أن يؤثر الضوء الاصطناعي على النوم والتمثيل الغذائي وعمليات الإنبات والإزهار»

وقد انتشرت أنظمة الثنائيّات الباعثة للضوء الأبيض، وغيرها من تقنيات الضوء الأبيض، وذلك بسبب قدرتها على تقديم الألوان بما يلائم الرؤية البشرية، فالأجسام تبدو معها أكثر طبيعيّةً عند النظر إليها، لكن زيادة نطاق الأطوال الموجيّة المنبعثة من مصدر الضوء يزيد من التداخل بين الضوء المنبعث، والحساسية الطيفية لمجموعة واسعة من الكائنات الحية. وعندما ينبعث الكثير من الأشعة فوق البنفسجية من بعض مصادر الضوء الأبيض؛ تصبح هذه المصادر جاذبَة لحشرات، مثل العث. وبالتالي، يجب أن يقتصر استخدام تلك التقنيات على المناطق التي قد تتحقق فيها فائدة كبيرة، مع أقل ضرر بيئي ممكن، كأنْ تُستخدَم في المدن، بدلًا من الريف، مع تجنب الأطياف الضوئيّة غير المفيدة للإنسان.

## الفعالية وعلوم البيئة

يتم الإعداد حاليًا لمشروعات كبرى في أوروبا؛ لتحسين قاعدة الأدلة التي تدعم توصيات علماء البيئة في مجال مخططات الإنارة. ومن ضمن تلك المشروعات: مشروع «إيكولايت» ECOLIGHT، الذي أشرف عليه في جامعة إكسيتر، وهو بمثابة دراسة للتأثيرات البيئية المرتبطة بالتلوث الضوئي. ويجب أن تتسع المكونات التجريبية لهذا المشروع؛ لتشمل دراسة التأثيرات البيئية للإنارة الليلية على مجموعة واسعة من النظم البيئية، والتصنيفات الحيوانية والنباتية.

وحتى يخرج الجميع فائزًا من ذلك التحرك العالمي المتنامي للحدّ من الإنارة الليلية، من المهم أن يحدث حوار ثلاثي بين أولئك الذين يستثمرون في تقنيات الإنارة الحديثة، والمُصَنِّعون لها، وعلماء البيئة. فقد تبين لي ولمجموعتي البحثية أنّ المناقشات مع السلطات المحلية تمكّننا من وضع تصوُّر وصياغة أفضل لكيفية تقدير التحديات الاجتماعية في مقابل التبعات البيئيّة. وبالقَدْر نفسه، تقدم النتائج التي نتوصل إليها دعمًا قويًّا لهذه السلطات؛ لإحداث التغييرات المرجوّة.

وقد وَصَلتُ إلى اقتناع ـ من خلال تلك المناقشات ـ بأنّ أكبر عائق يواجه الحكومات والإدارات المحلية في جهودها للحدّ من الإنارة الليلية هو ما يتصوره الناس عن أهميتها في الحّد من الجريمة، ووقوع حوادث السيارات. ولا عجب في أنّ معظم الدلائل التي تربط بين أهمية الإنارة من ◄

ناحية، وبين السلامة والأمن من ناحية أخرى، تأتي من دراسات تجريبية أُجريت في مناطق شبه منعدمة المخاطر، أو من دراسات ارتباطيّة يصعب تفسيرها[7,8].

ومما يزيد من تعقيد التحديد الدقيق لتأثيرات الإنارة، حقيقة أنّ الناس تُغيِّر من سلوكها؛ استجابةً لتغيُّرات الإضاءة[9]. وعلى سبيل المثال.. قد تعطي الإنارة الساطعة للشوارع ثقةً زائدة للناس، على نحو يدفعهم إلى القيادة السريعة. وبالتالي، فبالإضافة إلى دراسات التأثير البيئي لأنظمة الإنارة المختلفة، هناك حاجة إلى بحوث، تُدرس تأثيراتها المجتمعيّة.

ويجب علينا الآن أنْ نغتنم الفرصة لتركيب إنارة للشوارع، تُرَشِّد من استخدام الطاقة، ولا تشكِّل خطرًا على صحة الإنسان، أو الحيوان، أو النبات. فهذه الفرصة قد لا تأتي ثانيةً لعدة عقود. ■

**كيفن جي. جاستون** مدير معهد البيئة والاستدامة، جامعة إيكستر، بينرين، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: k.j.gaston@exeter.ac.uk

1. Stevens, R. G. *Int. J. Epidemiol.* **38,** 963–970 (2009).
2. International Energy Agency. *Light's Labour's Lost: Policies for Energy-Efficient Lighting* (International Energy Agency, 2006).
3. Falchi, F., Cinzano, P., Elvidge, C. D., Keith, D. M. & Haim, A. *J. Environ. Mgmt* **92,** 2714–2722 (2011).
4. Gaston, K. J., Davies, T. W., Bennie, J. & Hopkins, J. *J. Appl. Ecol.* **49,** 1256–1266 (2012).
5. Rich, C. & Longcore, T. (eds) *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting* (Island Press, 2006).
6. Gaston, K. J., Bennie, J., Davies, T. W. & Hopkins, J. *Biol. Rev.* (in the press).
7. Marchant, P. R. *Rad. Stat.* **102,** 32–42 (2010).
8. Beyer, F. R. & Ker, K. *Cochrane Database of Systematic Reviews* http://doi.org/cxj8mk (2010).
9. Assum, T., Bjørnskau, T., Fosser, S. & Sagberg, F. *Accid. Anal. Prev.* **31,** 545–553 (1999).



UHLENBECK COLLECTION/AMERICAN INST. OF PHYSICS/SPL

**نيلز بور وزوجته مارجريت في حوالي عام 1930.**

# الطريق إلى ذَرَّة الكَمّ

يصف لنا **جون هيلبرون** الرحلة التي أدت بنيلز بور إلى مدارات الإلكترون الكمية منذ قرن من الزمان.

في خريف عام 1911، انطلق الفيزيائي الدنماركي نيلز بور إلى إنجلترا؛ ليبدأ دراسات ما بعد الدكتوراة، مُفعمًا «بكل جرأته الجامحة الغبية» كما عبّر عنها في خطاب إلى خطيبته مارجريت نورلوند[1]. تلك الجرأة هي ما احتاجه بور في رحلته نحو ذَرَّة الكَمّ في عام 1913.

كان بور مُحِقًّا في اعتقاده بأنه مُعَدّ لأشياء عظيمة، فقد حصل على الميدالية الذهبية من الأكاديمية الملكية الدنماركية للعلوم في عام 1908، وهو في سن الثالثة والعشرين، لأجل دراسةٍ نظرية وتجريبية عن نوافير الماء، نشرتها الجمعية الملكية في لندن. وكانت رسالة الدكتوراة الخاصة به عن النظرية الإلكترونية للفلزات، وكانت متقدمة للغاية، للدرجة التي لم يستطع معها أحد في الدنمارك أن يقيّمها كاملةً.

تَوَجّه بور إلى جامعة كمبريدج في المملكة المتحدة؛ ليعمل مع جوزيف جون تومسون، المعروف باكتشافه للإلكترون وحصوله على جائزة نوبل في الفيزياء في عام 1906. وبالنسبة إلى بور، كان تومسون «عبقريًّا، حيث فتح الطريق أمام الجميع»، ولكن تومسون كان مفعمًا بالحيوية وبالأفكار المبتكرة بدرجةٍ لم تسمح له بأنْ يستمع إلى أجنبي ـ كبور ـ يجتهد لفهم لكنته الإنجليزية. «كانوا يقولون إنه ـ أي تومسون ـ قد ينصرف عن الملك»، هكذا كتب بور إلى أخيه هارالد، «وهذا يعني في إنجلترا أكبر ممّا يعنيه في الدنمارك»[1].

وحتى إذا اهتم تومسون، كان سيجد صعوبة في الاقتناع بأن تلميذه فيزيائي رياضي ناضج. أضف إلى ذلك..

أن بور كان متميزًا بنقده، ففي رسالته اكتشف بعض الأخطاء في أوراق تومسون؛ وحاول أن يلفت نظره إليها، ولم يكن هذا ليحسِّن الأمور بينهما بأي حال.

كان تومسون مشغولًا بتطوير نتائج النموذج الذي افترضه للذَّرَّة في عام 1903، الذي حظي بتسمية ساخرة وغير ملائمة لاحقًا، وهو نموذج «بودنج الكرز»، وكان عبارة عن حلقات متمركزة من الإلكترونات، تدور في محيط دائري معدوم المقاومة، يتصرف وكأنه يحمل شحنة موجبة. في هذا الإطار شرح تومسون الخصائص الدورية للعناصر وتشكُّل الجزيئات البسيطة، والإشعاع، وانتشار الأشعة السينية وجزيئات بيتا، والنسبة بين وزن الذَّرَّة وعدد الإلكترونات بها.

قضى بور معظم وقته في كمبريدج في حضور المناقشات والقراءة بِنَهَم، وكان مقدِّرًا جدًّا لمحاضرات تومسون، ولاقى إعجابه الكثير في بحث «الأثير والمادة» لجوزيف لارمور في عام 1990، الذي كان يشغل منصب رئيس قسم الرياضيات، وهو المنصب الذي شغله إسحاق نيوتن يومًا ما. وقد طوّر في بحثه نظامًا عالميًّا قائمًا على الإلكترونات، باعتبارها تقلُّبات دائمة في الأثير. وقد كتب بور إلى مارجريت[1] قائلًا: «عندما أقرأ شيئًا جيدًا ورائعًا بهذه الدرجة؛ أشعر بالشجاعة والرغبة في تجريب ما إذا كنت سأستطيع أنا أيضًا أنْ أحقِّق ولو شيئًا بسيطًا».

## النموذج النووي

في فبراير من عام 1912، ذهب بور إلى جامعة فيكتوريا بمانشستر في المملكة المتحدة؛ ليعكف على مهمة عن الإشعاع في معمل إرنست روذرفورد. وكان يتطلع إليها بتواضعه المفرط كعادته «جرأتي مشتعلة بشكل جامح، جامح جدًّا». وقد أرضى روذرفورد تطلعاته، إذ يقول عنه بور «هو رجل من طراز رفيع، ومتمكِّن للغاية، وهو أكثر قدرةً من تومسون في نواحٍ كثيرة، رُغم أنه قد لا يكون موهوبًا بالقدر نفسه»[1].

كان روذرفورد بالقطع يفوق تومسون كمدير أبحاث، وعندما وصل بور، كان هناك آخرون يعملون على النموذج النووي للذَّرَّة، الذي طرحه روذرفورد في عام 1911. رأى روذرفورد من أجل تفسير الارتداد المخالف للتوقعات لجسيمات ألفا من رقاقات معدنية رفيعة ـ التي اكتشفها تلاميذه ـ أنه يتحتم علينا أن نجمع كل الشحنة الموجبة بكرات تومسون في نواة صغيرة تقع في قلب الذَّرَّة.

انضم بور لاحقًا إلى الفريق عبر طريقته المعتادة: النقد. وأثناء حساباته للطاقة المنقولة من جسيمات ألفا إلى الإلكترونات في الذَّرَّة، كان قد فات على تشارلز جالتون داروين ـ أحد المُنَظِّرين العاملين مع روذرفورد ـ أنْ يضع في حساباته الرنين الذي يحدث حين يكون وقت مرور الجسيم عبر الذَّرَّة موافقًا للتردد الطبيعي الذي تهتز به الإلكترونات المضطربة.

وأثناء تحسينه لتلك الحسابات، اكتشف بور أن بعض الأوضاع لاهتزاز حلقة الإلكترونات في مدارها تنمو؛ حتى تؤدي إلى تمزُّق الذَّرَّة. وعدم الاستقرار الميكانيكي هذا لم يكن لينصلح بتطبيق أيٍّ من المفاهيم الفيزيائية المقبولة آنذاك. كان بور قد تَعَرَّف في عمله أثناء رسالته على أمثلة أكثر اتساعًا لفشل نظريات الإشعاع الحراري والمغناطيسية التي أتاحت للإلكترونات حرية الحركة التي قدمتها الميكانيكا الإحصائية لهم. ونتيجة لطريقته الفريدة في التفكير، انجذب بور إلى النموذج النووي، لأنه عبّر عن هذا الفشل بشكل واضح.



NIELS BOHR ARCHIVE, COPENHAGEN

بور (إلى اليسار) مع أينشتاين في عام 1925.

كان للنموذج النووي مميزات أخرى، وهي أنه يفرّق بشكل واضح بين الإشعاع، والظواهر الكيميائية، التي تتبع ـ حسبما رأى بور ـ من النواة والبِنْيَة الإلكترونية بالترتيب. وهذا الاستدلال لم يكن بهذا الوضوح آنذاك، مثلما هو اليوم. وروذرفورد نفسه لم يكن قد استوعب الفرق، وأرجع مصدرَ أشعة بيتا وجاما إلى إلكترونات واقعة خارج نطاق النواة.

والأكثر أهمية من ذلك.. هو أن النموذج النووي ـ بالإضافة إلى تصوُّر روذرفورد عن جسيم ألفا كنواة ذَرَّة قائمة بذاتها ـ دفعَ مفهوم الرقم الذري باتجاه الفيزيائيين. فقد كانوا يعرفون أن جسيم ألفا هو ذَرَّة هليوم بدون الإلكترونَين الخاصَّين بها، وبالتالي يجب أن تحمل نواتها شحنة موجب اثنين، وهو ما يعني أن شحنة نواة الهيدروجين واحدة، والليثيوم ثلاثة، وهكذا.

كتب بور ملاحظاته في يونيو (أو يوليو) من عام 1912 ـ واثقًا ومدفوعًا باهتمام روذرفورد ـ ليوضّح أن فكرة ماكس بلانك عن وجود الطاقة في شكل حِزَم قد يفتح آفاق النموذج النووي نحو المشكلات التي رآها تومسون، ويحل مشكلة حجم الذرات.

كُتبت المذكرة بشكل عام، ولكن بور كان دقيقًا فيها فيما يخص نقطة واحدة مهمة لم يكن تومسون قد قدّم لها سوى تقريب. الموضوع هو أن نظرية الانتشار لروذرفورد وتجاربه عنها كانت تتطلب أن يكون وزن ذَرَّة الهليوم (4) ضعف عدد الإلكترونات فيها (2)، في حين أن تومسون ـ بعد جهد نظري وتجريبي كبير على انتشار الأشعة السينية وجزيئات بيتا ـ لم يصل سوى إلى أن عدد الإلكترونات في أي عنصر بالتقريب هو ثلاثة أضعاف قيمة وزنه الذري.

بعد تلك الإنجازات، كتب بور إلى هارالد «لَعَلَّني الآن قد عرفت القليل عن بنية الذَّرَّة. وإذا كنتُ مُحِقًّا؛ ◄

فالمسألة ليست اقتراحًا محتمَلًا (كنظرية تومسون مثلًا)، بل جزءًا من الواقع»[1].

ورغم ذلك.. اتبع بور نسق تومسون في الموضوعات الأخرى التي ناقشها مع روذرفورد، مثل الخصائص الدوريّة للعناصر، المحكومة بضرورة استقرار بنية الحلقات فيها، وارتباط الذرات الوثيق في جزيئات بسيطة، عن طريق تبادل الإلكترونات.

وكَيْ يمضي قُدُمًا في حساباته، وضع بور افتراضًا مخصوصًا موازيًا لنظرية بلانك عن الإشعاع، وهو أنه إذا كانت طاقة الحركة للإلكترون متناسبة طرديًّا مع التردد الخاص بمداره، فهي لن تشع، ولن تقع أسيرة اهتزازات غير مستقرة. ورأى بور أن التناسب سيكون كَسرًا من ثابت بلانك $h$.

## أرقام بَالْمَر

نُشِرَت ورقة بور المكوَّنة من ثلاثة أجزاء عن تركيب الذّرّات والجزيئات في «المجلة الفلسفية» *Philosophical Magazine*، المطبوعة في لندن بين يوليو ونوفمبر 1913. الجزءان الثاني والثالث اللذان يبحثان في الترتيب الدوري للعناصر والترابط الجزيئي، يدين فيهما بور بالفضل ـ بشكل واضح ـ لتومسون. وحدهما.. لم يَكُنا ليجذبا الانتباه، أو يشكِّلا ثورةً، لكن ما جعل من «ثلاثيّة» بور عملًا تاريخيًّا هو الجزء الأول[2] الخاص بطيف الهيدروجين، وهي المسألة التي لم يعكف عليها بور، إلا بدءًا من فبراير 1913.

سأله زميلٌ له كيف استطاع شرح المعادلة الخاصة بترددات الخطوط الطيفيّة للهيدروجين، التي قد وضع لها يوان ياكوب بَالْمَر صيغةً حسابية بسيطة في عام 1885. رَدَّ بور بأن مسألة الأطياف أكثر تعقيدًا من النموذج الذي وضعه بَالْمَر، والذي أمعن النظر فيه على أي حال. وما رآه بور ـ كما قال لاحقًا ـ كان كيفية حساب النسبة بين طاقة الحركة والتردد المداري في النموذج الذي قدمه لروذرفورد قبل ستة أشهر (انظر: «مفتاح بور للعالَم المُصَغَّر»).

كان نموذج بَالْمَر يتيح فقط حالة أرضية تطلِق من خلالها الإلكتروناتُ كُلَّ الطاقة التي تسمح لها الطبيعة بإطلاقها، ولكنْ لم يستطع النموذج أن يفسر لنا لماذا يتم إطلاق هذا الكَمّ من الترددات. كان باستطاعة بور أن يرى بسهولة المشكلة في نموذج بَالْمَر، لأنه بحلول رأس السنة، كان قد وسّع من نطاق نموذجه، رَدًّا على مجموعة من الأوراق المهمة التي كتبها الفيزيائي الرياضي جون وليام نيكولسون، الذي التقى به في كمبريدج.

كان نيكولسون قد طابق بين ترددات الكثير من الخطوط الطيفية الشمسية والسديميّة التي لم يُعرَف أصلها مع اهتزازات إلكترونات في ذَرَّة نووية متعامدة على مستوى مداراتها. وعلى العكس من الاهتزازات الموازية لمستوى الذَّرَّة، كانت الاهتزازات المتعامِدة مستقرة. وبحساب ترددات دوران الإلكترونات من الأطياف، استطاع حساب الزخم الزّاوي، واكتشف أن قيمته لكل إلكترون تقريبًا هي ضعف ثابت بلانك ($h/2\pi$).

كانت نتائج نيكولسون قد تَبِعَت مبادرات مؤتمر سولفاي للفيزياء (Conseil de Physique Solvay) في عام 1911، الذي ناقش فيه بلانك، وروذرفورد، وألبرت أينشتاين، وهندريك أنتون لورنتز، وعباقرة آخرون مشاكل عدة في نظرية الإشعاع. وكانت المناقشات متمركزة حول مفهوم بلانك عن حزم الطاقة: الاهتزاز التوافقي البسيط الذي يمثِّل جسيمات مادِّيّة قادرة على إطلاق وامتصاص طاقات إشعاعية فقط، إنْ كانت مضاعفات صحيحة العدد من تردداتها. كان بوسع هذا الهزّاز أنْ يطلق ويمتص إشعاعات فقط، إنْ كان تردده الطبيعي معادلًا للإشعاع $v$، وبالتالي طاقاته المتاحة كانت فقط درجات متزايدة بمقدار $E=hv$، أي حِزَم، أو (كُمُوم) quanta.

ونظرًا إلى أن مطابقات نيكولسون كانت دقيقة بشكل مدهش، ونموذجه كان نوويًا وكَمِّيًّا مثل نموذج بور، كان على بور أن يأخذه بجدية. ولأنه كان لا يزال مترددًا حيال دراسة الأطياف، توصل إلى تسوية، وهي تصوُّر أن الإلكترون المأسور يحتل سلسلة من الحالات المُثارة، ويشّع طاقة من كل واحدة، طبقًا لنموذج نيكولسون وهو يهبط باتجاه النواة نحو حالته الأرضية.

أضاف بور العدد الصحيح $n$ إلى نموذجه؛ ليستطيع أن يتعامل مع السلَّم التصاعدي من طاقات الإلكترونات. وبعد أن جعل طاقة الحركة لمدارٍ ما متناسبة طرديًّا مع التردد المداري، مضروبًا في رقم المدار $n$؛ وصل بسهولة إلى نتائج نيكولسون نفسها عن الزخم الزاوي، بالإضافة إلى معرفة أن ثابت التناسب هو نصف ثابت بلانك $h/2$. وبذلك أصبح لدى بور سلسلة من الأعداد الصحيحة، يتناول بها صيغة بَالْمَر.

وباستخدام معادلة $E=hv$، حَوَّل بور الحسابات إلى فيزياء، عن طريق ضرب صيغة بَالْمَر في ثابت بلانك، وهو ما جعلها معادلَة للطاقة، أتاحت له أن يتعرَّف على

## صيغة بَالْمَر
### مُفتاح بور إلى العالم المُصَغَّر

تشرح معادلة بَالْمَر ترددات بعض الخطوط في طيف الهيدروجين بحساب بسيط:

$$v_n=R\ (1/2^2\ -1/n^2\ )$$

حيث $v_n$ هي خط بَالْمَر رقم $n$ ، وR هو ثابت رايدبرج للتردد، والمسمى تكريمًا لعالم الأطياف السويدي يوهان رايدبرج، الذي عَمَّم صيغة بَالْمَر؛ لتنطبق على عناصر أخرى بجانب الهيدروجين.

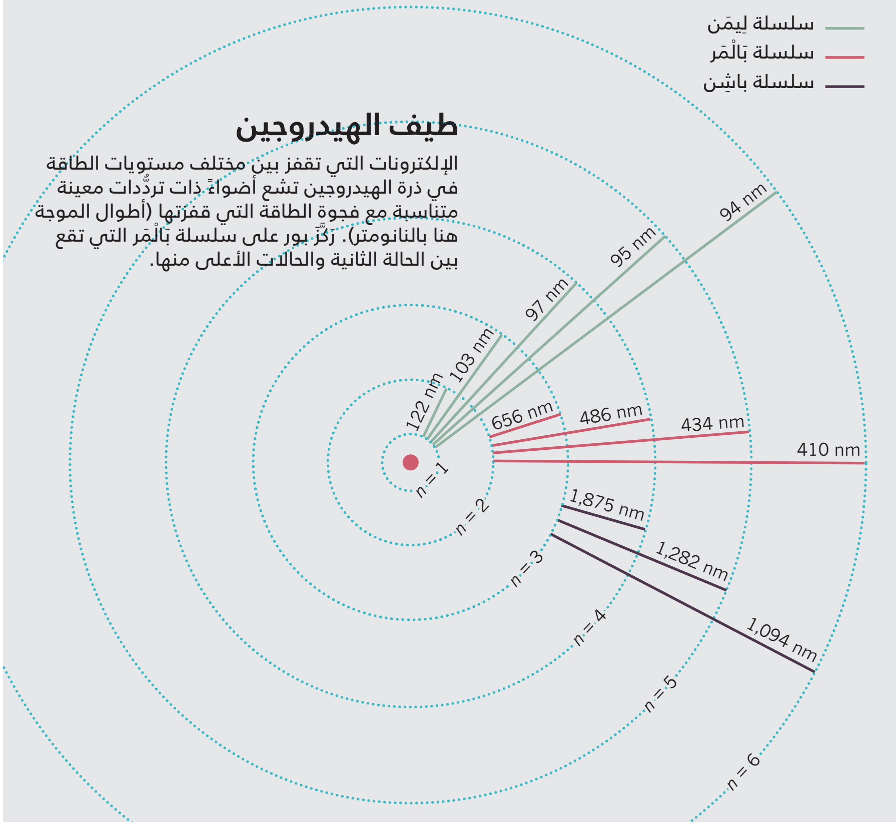
وقد حوّل نيلز بور المعادلة إلى وحدات للطاقة، مُتَّبِعًا نظرية الإشعاع لماكس بلانك، بعد أن ضرب طرفي المعادلة بثابت بلانك. وهو ما أتاح له أن يتعرّف على طاقة الإلكترون في أي حالة $n$ على أنه الجزء الثاني من المعادلة $-Rh/n^2$. الجزء الأول إذَنْ هو سالب طاقة الحالة الثانية ($n$=2)، والمعادلة تعني أن خط بَالْمَر ينشأ في قفزة إلكترون من ذرة الهيدروجين من حالة n إلى الحالة الثانية.

ولحساب ثابت رايدبرج، سَاوَى بور بين طاقة الحالة $Rh/n^2$ ،-n، والصيغة التي طورّها لطاقة الحركة لإلكترون يدور في نموذجه الكَمِّي للذَّرَّة النوويّة:

$$T_n= 2\pi^2 me^4/h^2 n^2$$

حيث e وm هما شحنة وكُتلة الإلكترون.

وبمساواة الطاقتين؛ تَوَصَّلَ بور إلى ثابت رايدبرج عن طريق الثوابت الأصلية الأخرى.




**طيف الهيدروجين**

الإلكترونات التي تقفز بين مختلف مستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين تشع أضواءً ذات تردُّدات معينة متناسبة مع فجوة الطاقة التي قفزتها (أطوال الموجة هنا بالنانومتر). ركَّز بور على سلسلة بَالْمَر التي تقع بين الحالة الثانية والحالات الأعلى منها.


تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



NIELS BOHR ARCHIVE, COPENHAGEN

اتبع بور قياسًا على نظرية الإشعاع لماكس بلانك (إلى اليمين)؛ ليطوّر نموذجه.

طاقات الحركة للحالات المتعددة وما يقابلها في المعادلة الجديدة. واستطاع ـ بناءً على ذلك ـ أن يستنبط الرقم المعروف بثابت رايدبرج في صيغة بَالْمَر، باعتباره مضاعفًا من ثابت بلانك، مضروبًا في شُحنة وكُتلة الإلكترون.

الوصول الناجح إلى ثابت رايدبرج تطلّب الكثير من التضحيات من جانب الفيزيائيين، فقد جعل خطوط بَالْمَر ناشئة عن قفز الإلكترون إلى الحالة الثانية، قادمًا من حالات أعلى، ووضع تفسير تلك القفزات بعيدًا عن نطاق الفيزياء. لاحظ روذرفورد هذه المسألة مباشرة، وهي: حتى يتسنى للإلكترون أن يهتز بالتردد المناسب، يجب عليه أن يعرف أين سيقف قبل أن يقفز من مداره. وبذلك.. تفادى روذرفورد أن ينسب للإلكترونات أي معرفة مسبقة، كما تفادى الإقرار بوجود ترددات بدون اهتزازات.

كان ردّ بور أنَّ على الفيزيائيين أن «يتنازلوا» ـ وهي الكلمة التي صار يستخدمها كثيرًا فيما بعد ـ عن إمكانية الشرح المتقن لبعض الظواهر في العالَم المُصَغَّر.

كانت خسارة أينشتاين أكبر.. فبلانك قد ساوى بين ترددات إشعاع الضوء والاهتزازات الميكانيكية، وكان هذا ممكنًا، لأن تردد الهزاز التوافقي البسيط لا يتغيّر أيًّا كانت طاقته، فاهتزازات مصدر الإشعاع هي ما يثير «الأثير» مباشرةً، أو مجال الإشعاع، ولكن قفزات بور تناولت مدارين بدَوْرَيْن مختلفتين، فتردد إشعاع الضوء لا يتوافق مع حركات الإلكترون الذي يُفْتَرَض أن يكون هو مصدر الإشعاع، وهو ما تَعارَض مع المفاهيم التي تَعَامَل بها الفيزيائيون مع ظاهرة الإشعاع.

وإحساس بور بالمسؤولية دفعه إلى محاولة توطيد فرضياته الخاصة بأنّ النسبة بين طاقة الحركة والتردد المداري لحالة رقمها $n$ متناسبة طرديًّا مع $nh/2$. لم يكن الأمر سهلًا، فالحلقة الأولى من ثلاثيته تحتوى على أربعة أسس متعارضة مع بعضها البعض بشكلٍ كبير. اثنان منهما طوّرا الموافقة مع نظرية بلانك للإشعاع، التي شكّلت نموذجًا لفرضية بور، والثالثة تعتبر مختلفة عنهما تمامًا، إذ تتطلب أن يكون تردد الإشعاع أثناء القفز بين مدارات كبيرة متجاورة، حيث يكون الإلكترون متحررًا تمامًا من النواة، متساويًا تقاربيًّا مع ترددات المدارات، التي بدورها تتساوى مع بعضها تقاربيًّا. وكان ذلك تمهيدًا لمبدأ التناظر الذي طرحه بور لاحقًا، والذي يقول بأنه في حدودٍ معتبرة، يجب أن يؤدي حساب أي كمية فيزيائية في نظرية الكَمّ إلى النتيجة نفسها التي يؤدي إليها في الفيزياء التقليدية.

في نهاية عام 1913، كان بور قد تخلّى عن افتراض بلانك، واعتبره «مضلِّلًا»، (فالذَرَّة ليست هزازًا توافقيًّا بسيطًا)، وتبنّى مبدأ التناظر، مُفَضِّلًا أن يكون أساسًا لرؤيته. كما أنه تمسَّك بمحاولته الرابعة من ثلاثيته، والوحيدة الباقية معنا إلى اليوم: كُمُوميّة الزخم الموازي (وهي نتيجة طبيعية لفرضيته، إذا استبدلنا نسبة طاقة الحركة بالتردد المداري بما يعادلها ميكانيكيًّا، وهو الزخم الزاوي، مضروبًا في $\pi$). وكشرطٍ على المدار، يختلف هذا الأساس الرابع نظريًّا عن المحاولات الثلاث التي سبقته، والتي تربط بين المدار والإشعاع الذي يطلقه الإلكترون أثناء قفزته الكَمِّيَّة.

## نحو مزيدٍ من الغموض

إنّ قُدرة بور على التعامل مع عدة أفكار متناقضة، وشجاعته في مطالبة الفيزيائيين ـ أمثال أينشتاين، وبلانك ولورنتز ـ بالتضحيات تثير الدهشة والإعجاب.. فنحن نعرف أنه لم يكن قليل الثقة بالنفس، ولكن الشجاعة شيءٌ، وتَحَمُّل الغموض شيءٌ آخر.

وتَشِي لنا مراسلات بور مع عائلته ـ وبالذات مارجريت ـ بمصدر هذا الانسجام. فقبل أن ينغمس بور في ذَرَّة الكَمّ بوقت طويل، كان قد طوّر اعتقادًا مكوّنًا من حقائق جزئية متعددة، كل منها تقول شيئًا عن الحقيقة، وكلها مجتمعة قد تستنزف الحقيقة كلها. لقد كتب إلى مارجريت قائلًا: «توجد حقائق كثيرة متباينة. وأستطيع أنْ أطلق على هذا أنه (عقيدتي). إنّ كل شيء ذي قيمة هو حق»[1].

لقد كان تحليل بور لأطياف بَالْمَر حقيقة جزئية عن نظرية بلانك للإشعاع، وحقيقة جزئية عن الفيزياء الكلاسيكية. وقد يدين بور بفكرته عن الحقيقة الجزئية بشكلٍ ما إلى ما وجده من أفكار في كتابات أستاذه في الفلسفة، هارالد هوفدنج، وكذلك ما وجده في كتاب «براجماتيّة وليام جيمس»، الذي نُشر في عام 1907، وربما سمع عنه من هوفدنج.

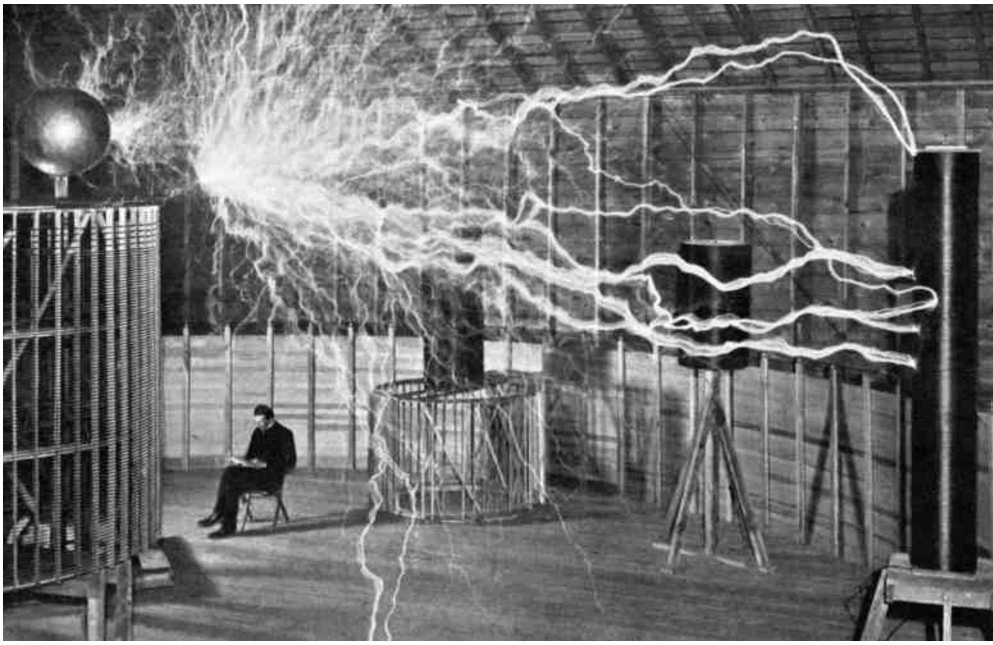
إنّ المراسلات العائلية غير متاحة الآن، وسوف يتم نَشْر جزء منها عن طريق فِن آسيرود وعن طريقي في كتاب «الحب والأدب وذَرَّة الكم»[1] يفتح آفاقًا للبحث عن هذه العلاقة التي نظر فيها مؤرخون وفلاسفة كُثُر على أساس مبدأ التكامل الخاص ببور الذي ظهر لاحقًا.

بين فترات اشتعلت فيها جرأته وغضبه، كان بور واقعًا تحت ضغط عدم الثقة بالنفس، الذي يتعرض له أي إنسان عادي. وحسبما تشي خطاباتهما، لعبت مارجريت دورًا مهمًّا وضروريًّا للترويح عن بور في أوقات تقلب مزاجه، وطمأنته بأنه الرجل العظيم الذي كان يعرفه بحدسه الدنماركي.

في خطابات عدة.. طلب بور من مارجريت أن تساعده على أن يردّ لها الدين الذي شعر بأنه مدين لها به من مواهبه، وتشجيعها له لينمِّيها، وكذلك من وجهات النظر الجديدة التي طوّرها في إنجلترا. كان يردّ هذا الدين فقط بأعماله العظيمة. فقد أدى منها قسطًا ضخمًا لتومسون وروذرفورد بطرحه الثوري عن ذَرَّة الكم في عام 1913. ■

**جون ل. هيلبرون** أستاذ التاريخ المتقاعِد بجامعة كاليفورنيا في بيركلي بالولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: john@heilbron.eclipse.co.uk

1. Aaserud, F. & Heilbron, J. L. *Love, Literature, and the Quantum Atom: Niels Bohr's 1913 Trilogy Revisited* (Oxford University Press, 2013).
2. Bohr, N. *Philos. Mag.* **26,** 1–25 (1913).



BETTMANN/CORBIS

البَرْق المولّد صناعيًّا يُحدِث أصواتًا متفجرة في جَنَبات معمل نيكولا تِيسْلا في كولورادو.

فيزياء

# عبـقريّـة كهربـائيّـة

**باتريك ماكراي** يقيّم كتابًا عن حياة المخترع الصِّربي الساحر، نيكولا تِيسْلا، مبتكِر التيار الكهربائي المتردِّد.

عندما اختار رجل الأعمال إيلون مَسْك اسم «تيسلا موتورز» لشركة السيارات الكهربائية التي أنشأها، كان يَوَدّ بذلك تكريم أحد المخترعين العظام؛ نيكولا تِيسْلا (1856-1943)، المخترع الصربي والمهندس الكهربائي الذي ابتكر عالمًا حقيقيًّا من الاختراعات الكهربائية، بدءًا من المحرِّكات التي تستخدم التيار المتردِّد، حتى القوارب التي يتم التحكم فيها لاسلكيًّا بموجات الراديو، كما اقترح تقنيةً لنقل الكهرباء لاسلكيًّا من قارة إلى أخرى.

يتتبع كتاب السيرة الذاتية الرائعة ـ الذي ألّفه بيرنارد كارلسون ـ حياة تيسلا منذ السنوات التي قضاها في منطقةٍ تُعرف الآن باسم كرواتيا، والنمسا، والمجر، حيث درس الفيزياء والهندسة والرياضيات، حتى وصوله إلى مدينة نيويورك في عام 1884، ثم ينتقل الكتاب إلى إنجازاته المذهلة وإخفاقاته المريعة في عالم الاختراعات الكهربائية. لقد سلط كارلسون الضوءَ على إسراف تيسلا في الدعاية لنفسه، فضلًا عن بعض غرائبه ومواهبه الفطرية، ووصف تيسلا بأنه المخترع الشهير «للثورة الصناعية الثانية»، منافسًا بذلك توماس ألفا إديسون على اللقب.

عمل تِيسْلا لدى إديسون لفترة قصيرة في الولايات المتحدة، ثم تركه غاضبًا، بعدما رفض إديسون استخدام نظام الإضاءة القَوْسِيّة الذي طوره، ثم انخرط تيسلا ـ المتعسِّر ماليًّا ـ في عالم التكنولوجيا في نيويورك حيث يشتد الطلب على الكهرباء في صناعات الطاقة والاتصالات. وكما أشار كارلسون.. فقد غلب على هذه الصناعات الاضطراب في ذلك الوقت، بسبب الصراع بين المبتكرين وروّاد الأعمال والمموِّلين لتحقيق ميزة تنافسيّة. لقد كان السؤال الرئيس الذي طرح نفسه هو: أيّ التقنيَّتين ستهيمن على مجال نقل الطاقة الكهربائية: هل التيار المباشر الذي طوّره إديسون، أم التيار المتردِّد الذي طوره تيسلا؟

لقد كان الإنجاز البارز الذي حققه تيسلا هو ابتكار المحرِّك الذي يعمل بالتيار المتردِّد في أواخر ثمانينات القرن التاسع عشر، حيث اعتمد في ذلك على سلسلة من الابتكارات وبراءات الاختراع؛ لاستخدام مصدرين للتيار المتردد مختلفين مع بعضهما البعض في الطَّوْر. وقد لاحظ تيسلا أن ذلك يؤدي إلى تكوين مجال مغناطيسي دوّار يسمح باختراع محرك. وقام رجل الأعمال الأمريكي جورج ويستنجهاوس بتمويل نظام الطاقة متعدِّدة الأطوار، الذي ابتكره تيسلا؛ مما مكّن مرافق الكهرباء من نقل الطاقة الكهربائية إلى مسافات أطول من ذي قبل.

ظهرت أول سيرة ذاتية عن تيسلا في عام 1894، عندما صعد نجمه بعد ابتكار «جهاز الإرسال المتذبذب»، وهو (محوِّل رنين يُطلق عليه أيضًا اسم «ملف تيسلا»)، واستخدام اختراعاته من المحركات متعددة الأطوار التي تعمل بالتيار المتردد في توليد الكهرباء من شلالات نياجرا. وألقى بعد ذلك عدة محاضرات عامة في الولايات المتحدة وأوروبا.

**تيـسـلا: مؤسـس عصر الكهربـاء**
و.برنارد كارلسون
مطبعة جامعة برنستون 2013، 520 صفحة، £19.95، $29.95

تمتع تيسلا ببراعة فائقة في إبهار الجمهور والداعمين المحتملين بالعروض الكهربائية المذهلة. على سبيل المثال.. في محاضرة ألقاها في عام 1891، علّق تيسلا لوحين كبيرين من الزنك في سقف قاعة العرض، ووصَّلهما بمصدر للطاقة. وفي الإضاءة الخافتة، خطا تيسلا بين اللوحين، ممسكاً بصمام مملوء بالغاز في كل يد. وكانت النتيجة أن المجال الاستاتيكي جعل الأنابيب تتوهج؛ ليخبر تيسلا الجمهور بعد ذلك بأنّ المصابيح الكهربائية يمكن نقلها من مكان إلى آخر، بدون أسلاك.

دَرَّس تيسلا أيضًا إمكانية نقل الطاقة الكهربائية لاسلكيًّا في عام 1899 خلال فترة التفرغ من عمله الجامعي في مدينة كولورادو سبرينجز (التُقطت صورة شهيرة مزدوجة التعرض ـ منشورة هنا ـ حيث يظهر فيها تيسلا جالسًا بلا مبالاة وسط تفريغات الشحنات الكهربائية العنيفة). لقد قادته العواصف الصيفيّة في المنطقة إلى الاعتقاد بأنّ عواصف البرق تطلق موجات كهرومغناطيسية في القشرة الأرضية، وتترك موجات ثابتة، وظن تيسلا أن هذه العملية قد تؤدي إلى انتقال الطاقة الكهربائية (بكميات غير محدودة، عبر أيّ مسافة أرضيّة، دون أي فَقْد أو إهدار).

أطلقَ كثيرٌ من الكُتّاب على تيسلا لقب «سوبرمان نيتشا»، كما ذكر كارلسون، غير أن كارلسون تبنَّى نظرة نقدية في فحص كل أفكار واختراعات تيسلا الجامحة، مثل تصوُّره عن سلاح أشعة الجسيمات، الذي لم يظهر للنور أبدًا، رغم أنه حظي باهتمام الاتحاد السوفيتي، وبريطانيا، والولايات المتحدة قبل نشوب الحرب العالمية الثانية. كما تحدث كارلسون صراحةً عن سوء فهم تيسلا للاكتشافات العلمية. ففي عام 1887 ـ على سبيل المثال ـ اكتشف الفيزيائي الألماني هينريتش هيرتز الموجات الكهرومغناطيسية التي تنبأ بها الفيزيائي الإسكتلندي، جيمس كليرك ماكسويل. وقرَّر تيسلا أن توهج أنابيب التفريغ الزجاجية الفارغة ترجع إلى «التدفق الاستاتيكي». ولم يمنعه الخطأ من محاولة تحويل اكتشاف هيرتز الرئيس في أجهزة المختبر. لقد ظل الابتكار التكنولوجي ـ وليس الاكتشاف العلمي ـ هو الهدف الرئيس لهذا المهندس الأسطوري.

حاول كارلسون أن يضع نهج تيسلا في سياقه بالتطرق إلى الطبيعة وعلم نفس الابتكار والاختراع، واستكشاف نظريات.. مثل نظرية «التدمير الخلّاق» لعالِم الاقتصاد، جوزيف شومبيتر، ونموذج «الإبداع الثوري» الحديث لأستاذ التجارة والأعمال كلايتون كريستنسن. وتستند النظريتان إلى رجال الأعمال والمخترعين الذين يبتكرون تقنيّات جوهرية، وقد يسبِّبون اضطرابات اجتماعية واقتصادية واسعة النطاق. يقول كارلسون إنّ أسلوب تيسلا في الابتكار كان ينحصر في «الصراع بين المثالية والخيال»: فهو يشكل الاختراعات أولاً في ذهنه، بدلًا من تطبيق نهج إديسون التجريبي. فقد كان يعتقد أن تقنية الطاقة متعددة الأطوار تستند إلى مبدأ جميل، يجدر برجال الأعمال والعملاء مواكبته وتطبيقه. ويخلص كارلسون من ذلك إلى أنّ وَضْع مثاليّات التصميم قبل الاعتبارات العملية ـ على النقيض من ستيف جوبز، الرئيس التنفيذي الراحل لشركة «أبل» ـ قد يعني في بعض الأحيان إخفاق تيسلا في مراعاة الاعتبارات التجارية.

بدأ تيسلا في حوالي عام 1900 وَضْع تصوُّر لنظام ضخم لنقل الطاقة الكهربائية والاتصالات لاسلكيًّا من جبل بايكس بيك في جبال كولورادو الصخرية إلى باريس. وأشرف تيسلا على بناء برج «واردنكلايف»



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الهائل؛ لتقوية الإرسال على جزيرة لونج في ولاية نيويورك، وذلك بتشجيع من أشهر المستثمرين في بورصة نيويورك، جون بايربونت مورجان، لكنّ الأخطاء في نتائج الأبحاث قوَّضت المشروع؛ وانسحب مورجان، رغم براعة تيسلا في الترويج لنفسه، وشكوكه من صحة الدعاية المبالَغ فيها حول مستقبل الاتصالات اللاسلكية. وهكذا، لم يكتمل أبدًا مرفق الإرسال العملاق، ووجد تيسلا نفسه يعاني من أجل جَمْع المال (وبالرغم من ذلك.. حفزت أبحاث تيسلا وجهوده عالِم الفيزياء والمخترع جوجليلمو ماركوني لتسريع أبحاثه في الاتصالات اللاسلكية).

شَوَّشَت الإخفاقات التي أجهضت مشروع تيسلا لنقل الكهرباء لاسلكيًّا على مفهومه لآليات عمل صناعة الكهرباء.. فالأرض لم تتصرف وكأنها مملوءة بسائل غير قابل للانضغاط، كما اعتقد تيسلا. ويصف كارلسون كيف أدَّى فشل تجربة برج «واردنكلايف» إلى مواجهة تيسلا «لمعضلة خطيرة.. فإمّا أنه على خطأ، أو ربما تكون الطبيعة على خطأ». وهكذا تصطدم الأفكار المثالية مع الواقع أمام عيني تيسلا، الذي شعر بالغضب والاكتئاب؛ وأصيب بانهيار عصبي في عام 1905.

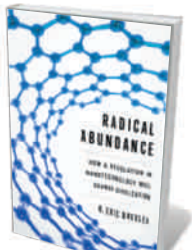
اكتنف الغموض ـ إلى حد ما ـ العقود الثلاثة الأخيرة في حياة تيسلا بمدينة نيويورك، لكنه لم يتخلّ أبدًا عن حلمه بنقل الطاقة الكهربائية لاسلكيًّا، وواصل ابتكاراته معتمدًا على دَخْلٍ غير مستقر ومتواضع من عوائِد حقوق براءات اختراعاته. وكان تيسلا يشارك في المؤتمرات الصحفية السنوية؛ ليتحدث عن توقعاته لمستقبل التكنولوجيا. ولاحظ أحد المراقبين أن حياته اكتست بطابع «تأمُّلي وفلسفي ترويجي إلى حد كبير».

في بداية السبعينات، وبعد وفاة تيسلا بسنوات عديدة، أسهم سلوك تيسلا الغامض (مثل ولعه بإطعام الحَمَام، على سبيل المثال)، وشهرته الباقية بتصوراته الخيالية حول الكهرباء في زيادة إعجاب أنصار الطاقة المجانيّة به، الذين يعتقدون أنّ هناك كهرباء في بيئتنا تحتاج إلى مَنْ يلتقطها باستخدام التكنولوجيا المناسبة، وأصحاب مذهب الثقافة المضادّة، الذين يسعون إلى معرفة الأسرار الغامضة في العالَم العقلاني والمادّي. لقد ازداد ولع الجمهور العادي بتيسلا في السنوات القليلة الماضية، ففي عام 2012، نجحت حملة إلكترونية في جمع مليون دولار في أسبوع واحد فقط؛ لإنشاء متحف عن تيسلا. كما تم إعداد فيديو على موقع «يوتيوب»، يصوِّر نِزَالًا بين إديسون وتيسلا في منافسة بموسيقى «الرّاب». وفي فيلم «ذا برستيج» ـ الذي أُنتج في عام 2006 ـ أدّى الممثل ديفيد بووي شخصية تيسلا. لم تفقد تنبؤات تيسلا الجريئة وشخصيته الغريبة بريقها ورونقها حتى الآن.

تكشف حياة تيسلا أن مَلَكَة الإبداع القوية التي تستعين بالبديهة الجبارة يمكنها أن تساعد المخترع إلى حد ما. ورغم أنّ الابتكار عمليّة ذاتيّة، لكنّ حياة تيسلا تكشف بِجَلاء أنّ الإيمان بالأوهام يدمِّر القدرة على الإبداع والاختراع. ■

و. باتريك ماكراي أستاذ بقسم التاريخ في جامعة كاليفورنيا بمدينة سانتا باربرا. ألَّف مؤخرًا كتابًا بعنوان «الحَالِمون: كيف سعت نخبة من صفوة العلماء لإنشاء مستعمرات في الفضاء، وتطوير تقنيات النانو، ومستقبل بلا حدود».
البريد الإلكتروني: pmccray@history.ucsb.edu

# ملخصات كتب




### وفرة جوهريّة: كيف لثورة في تكنولوجيا النانو أن تغيِّر الحضارة

ك. إريك دريكسلر، بابليك أفيرز، 368 صفحة، 28.99$ (2013).

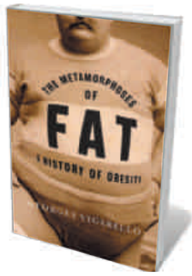
يدعونا إريك دريكسلر ـ الرائد في مجال التكنولوجيا النانويّة ـ إلى الغوص في أعماق التكنولوجيا. يمكننا أن نغيِّر طريقتنا في صنع كل شيء، بدايةً من الكباري إلى اللوحات الإلكترونية، وذلك من خلال استخدام الآلات الجزيئية التي تعمل بناءً على أُسس رقمية. وماذا ستكون النتيجة؟ حواسيب مكتبية، أو جراجات تستهلك كميات أقلّ من الوقود والطاقة، ومساحات أقل من الأراضي مِنْ نوعية تلك الأراضي التي تستهلكها المصانع الضخمة وسلاسل المعدات والتجهيزات في يومنا هذا. إنّ هناك تحديات تقنية وسياسية حقيقية لإطلاق العنان لعملية التصنيع الدقيقة التي تعتمد على الذرات، ولكن دريكسلر يتعامل بذكاء مع هذه التعقيدات.




### ملدوغ! حول انتشار قناديل البحر، ومستقبل المحيطات

ليزا آن جيرشوين، مطبعة جامعة شيكاغو، 456 صفحة، 27.50$،(2013)

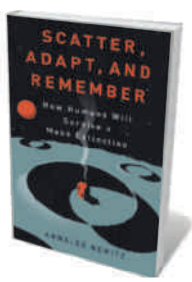
في هذا التناول المؤلم والمحزِن لمستقبل بِحَارنا، تسجل ليزا آن جيرشوين ـ بالتفصيل المُضْجِر أحيانًا ـ كيف أنّ ذلك الكائن الهلامي الذي يتغذى على المواد النباتية والحيوانية معًا (وهو قنديل البحر) سوف يعيث فسادًا في المياه في جميع أنحاء العالم. ومع ظهور الكثير من الأدلة، فإن التغييرات التي يستحدثها الإنسان في الأنظمة البيئية للمحيطات تتسبب في خلق ظروف مثالية لامتلاء البِحار بقناديل البحر. إنّ الانتقال من الأسلوب البسيط إلى الأسلوب التقني الحافل بالمراجع قد يُرْبِك؛ ولكنْ هذا ملخص بسيط حول الزيادة الرهيبة التي يصعب إيقافها لهذا المخلوق الهلامي.




### تحوُّل مفهوم البدانة: تاريخ السِّمنة

جورجيس فيجاريلّو (ترجمة سي. جون ديلوجو)، مطبعة جامعة كولومبيا، 296 صفحة، 29.50$ (2013)

يعرض هذا الكتاب موضوع البدانة، وتغيُّر مفهوم البشرية تجاهها من خلال السرد الشيق لتاريخ الجسد. ففي هذه الترجمة لعالِم الاجتماع جون ديلوجيو، يأخذنا الكاتب جورجيس فيجاريلّو في رحلة، بدءًا من القرن الثاني عشر، عندما كانوا يعتقدون أن قطع الأطراف بالشفرات، للسماح بتهريب «الريح» منها؛ يؤدي إلى «إنقاص الوزن»، إلى الوقت الحالي الذي يشهد الوسائل المضطربة ـ وغالبًا المدمِّرة ـ للوصول إلى النحافة، أو البدانة. ويقدم فيجاريلو وليمةً كبيرة مليئة بالطعام؛ قربانًا للفكر، ويتتبع تأثير تطوّر كلٍّ من الأعراف السائدة والأدوية على مفهوم المجتمع لحالات البدانة، التي كثيرًا ما تعتبَر موصومة.




### تفرقوا، وتأقلموا، وتذكّروا: كيف يمكن للبشرية النجاة من انقراض جماعي

أنالي نيويتز، دار النشر: دابل داي ، 320 صفحة ، 26.95$ (2013)

منذ 2.3 مليار سنة، تعرضت الكرة الأرضية للتجلد الكبير؛ الذي حولّها إلى كرة ثلجية. ومنذ ذلك الحين، تمر الحياة بانقراضات جماعية عديدة، كانت الكرة الأرضية تنجو منها بأعجوبة. تتفحص أنالي نيويتز كيف يمكن للبشرية أن تنجو من التجلد والانقراض القادمين. وتنتقل الكاتبة من البحث بين النكبات إلى تحرّي كيف تمكَّن الإنسان من البقاء، رغم الطاعون، والأوبئة، والمجاعات، مُسَخِّرًا كل شيء من أجل معيشته، ابتداءً من قدرته الطبيعية على التكيُّف والتأقلم إلى المراقبة الوبائية، وحتى الهندسة الجيولوجية. ترى نيويتز أن هذه الأدوات والقدرات مجتمعة هي مؤشرات على قدرتنا الخارقة على النجاة من ظروف يعجز العقل عن تخيّلها.




### قِمَم الإنسان الحديث: صعود الجبال بعد التنوير

بيتر هـ. هانسن، دار النشر: هارفارد يونيفرسيتي بريس ، 392 صفحة ، 35$ (2013)

في هذا البحث عن تسلق القمم، ودلالته ما بعد عصر التنوير، يكشف بيتر هانسن قصصًا بدقة وإحكام. حيث تقابل مشاهير متسلقي القمم من قبيل ميشيل جابريل باكار، وجاك بالما اللذين تَسَلَّقا قمة مونت بلانك عام 1786، وغيرهما من مشاهير «العصر الذهبي» لتسلق جبال الألب في القرن التاسع عشر، مثل عالِم الفيزياء جون تيندال، وإدموند هيلاري، وتينزينج نورجاي لتَسَلُّقه قمة جبل إيفرست. ومع انحسار القمم الجليدّية في العصر الحالي، يذكّرنا هانسن بأن فكرة «الانتصار» على الطبيعة تحتاج إلى إعادة النظر فيها، وصياغتها من جديد.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



KEN CANNING/GETTY

تعتبر الذئاب من ضمن الأنواع التي يسعى الناس إعادة نشرها في بيئتها البرية السابقة.

علم البيئة

# عودة جديدة إلى البريّة

يستعرض **شاهد نعيم** المفهومَ الجذاب لإعادة نشر الأنواع المنقرضة محليًّا في بيئاتها الطبيعية .

يؤكِّد عالِم حماية الطبيعة الرائد في مجاله، جون موير، في كتابه الذي صدر في عام 1901 بعنوان «حدائقنا الوطنية» أنّ «حماية البرية هي حاجة حتميّة»، ويوافق على ذلك الصحافي البيئي جورج مونبيوت، ولكنْ في كتابه «البرِّيُون» نكتشف جميعًا مدى صعوبة التحدي من أجل تحقيق هذه الحاجة.

بدأ مونبيوت كتابه بتوثيق مغامراته في فترة الثمانينات أثناء حُمّى البحث عن الذهب، التي حدثت في ولاية رورايما البرازيلية، وذلك ما بين القتلة وعمال المناجم اليائسين، والمعالجين الروحانيين من أفراد قبيلة اليانومامي. وبعيدًا عن إظهار الشجاعة، تكشف هذه الحكايات كيف أدَّى الطمع والجهل وعدم اتخاذ الإجراءات المطلوبة إلى حدوث دمار بيئي في المنطقة. وبعد ست سنوات،عاد مونبيوت إلى ويلز، ليجد نفسه «يعيش حياةً، يمثِّل فيها استخدام مِغْسَلة الصحون تحديًا مثيرًا للاهتمام». ينظر مونبيوت ـ مرهقًا بعبء القلق ـ إلى الحياة البرية على أنها بمثابة «ترياق ضد الانحدار نحو حياة صغيرة ومُمِلّة».

يجد مونبيوت أن ويلز قد تعرضت للترويض عن طريق عوامل شبيهة بتلك التي أسهمت في تدمير البراري البرازيلية. ويستخدم مونبيوت أرض بلاده كنموذج مصغَّر لعملية «إعادة التوطين البري» ـ عملية إعادة إدخال الأنواع المحلية المنقرضة إلى البرية ـ ويقوم بدفع هذا المفهوم من نموذج في علوم حماية الحياة البرية إلى قضية بيئية رئيسة. وهو يمضي قُدُمًا أيضًا في تقديم رؤية لمفهوم إعادة التوطين، كطريقة لإعادة إحياء الحساسية البشرية الحبيسة تجاه المفاجآت السعيدة والمغامرات والإثارة التي تقدمها البراري.

تبدو فكرة «إعادة التوطين البري» بسيطة: دع نمور الجاجوار تروم الغرب الأمريكي، ووحيد القرن ينتشر في الحدود النيبالية الهندية، أو دع الذئاب والوشق والقطط البرية والخنزير البري والقندسو اللقام وحتى غزال الموس يعود إلى براري ويلز، ولكن مونبيوت يكتشف أن إعادة التوطين البري ليست عملية سهلة ومباشرة.

بادئ ذي بدء، ما هي الأنواع التي يجب أن تحظى بالأولوية؟ بعض الأنواع تعرضت للصيد؛ حتى وصلت إلى الانقراض في أزمنة ليست بعيدة، مثل الخنازير البرية التي انقرضت في القرن الثالث عشر. وبعض الأنواع الأخرى ـ مثل حيوانات غزال الموس، واللقام ـ اختفت منذ آلاف السنين لأسباب غير معروفة. هل يجب أن نعود إلى الحقبة البليستوسينية (العصر الحديث) المنتهية منذ 12 ألف سنة، ونستخدم البدائل الأفريقية؛ من أجل إعادة نشر وحيد القرن، والضباع، وفرس النهر، والأسود، والفيلة التي انتشرت في أوروبا في عصور سابقة؟ مَنْ سيتحمل المسؤولية، إذا ما تسببت الحيوانات التي يتم إعادة توطينها في نشر الأوبئة، وتدمير المحاصيل، ومهاجمة الحيوانات الأليفة، وقتل الثروة الحيوانية، أو الهجوم على البشر؟

وبالإضافة إلى ذلك.. كيف يمكن لنا أن نعرِّف مصطلح «البراري» الذي يعتمد عليه مفهوم «إعادة التوطين»؟ لا يتمكن مونبيوت من فعل ذلك، لكنه في الوقت نفسه يعلن عن غضبه تجاه السياسات التي تحاول وصف مراعي الماشية بأنها «بَرَار»، أو تقوم بتشجيع إزالة الأشجار، لكونها نوعًا من «إدارةٍ للبراري».



**البَرِّيُون: البحث عن الافتتان بالطبيعة في إعادة التوطين البري**

جورج مونبيوت

إصدارات ألين لين، 2013 ، 336 صفحة،

20 £.

**NATURE.COM**
**للمزيد من كتابات شاهد نعيم حول إعادة تعريف الحياة البرية، انظر:**
go.nature.com/pmrusq

في كتابه «فكرة البراري» ـ الصادر عن جامعة ييل في عام 1991 ـ يلاحظ الفيلسوف ماكس أويلشليجر أن هذا المفهوم لم يظهر إلا مع بداية نظر الحضارة الإنسانية لنفسها على أنها منعزلة عن الطبيعة. وأصبحت البراري بالتالي بمثابة آثار باقية، تقع خارج نطاق سيطرة الإنسان التي تنتظر الإخلاء. ولمقاومة هذا التعريف، تتضمن نقاشات حواريّة كثيرة متعلقة بحماية الطبيعة بعضَ العناصر النفعية، مثل اعتبار البراري بمثابة موائل طبيعية تخدم الإنسان بطرق لا تستطيع أن تقوم بها المزارع والمراعي وغيرها من الأنشطة. وتمنع المناطق البرية حدوث انجراف التربة، وتوفر ملاذًا للكائنات التي تمارس عملية التلقيح الطبيعي، وتعمل كمصدر للغذاء والدواء، وغير ذلك من الخدمات الطبيعية.

وبغض النظر عن الدافع، يؤمن البعض بأن إعادة التوطين البري يمكنها أيضًا أن تعيد إحياء علم حماية البيئة. وعلى سبيل المثال.. يعتقد عالِم أحياء الحياة البرية تيم كارو أن هذه العملية يمكنها أن تمنح دفعًا جديدًا لعلم «يوثِّق تراجع جماعات الأنواع الحية، وفقدان الأنواع، وتدمير الموائل بتفاصيل شديدة ومعقدة، ولكنه ـ بكل أسف ـ لا ينفِّذ شيئًا للتصدي لها». وهناك كتابان يعكسان هذا الموقف نفسه، وهما: «إعادة التوطين البري في العالم» لكارولين فريزر، الصادر عن «كتب متروبوليتان» في عام (2009)، وكتاب ديف فورمان، بعنوان «إعادة التوطين البري في أمريكا الشمالية»، الصادر عن «مطبعة آيلاند» في عام (2004)، ولكن مونبيوت يرى أن إعادة التوطين البري هي علاج للشعور بالملل تجاه البيئة.

في مرحلة ما، ينطلق مونبيوت إلى البحر في قارب كاياك؛ من أجل صيد سمكة تونة من ذوات الزعانف الطويلة، وهي سمكة تتم حاليًا متابعة عودتها إلى المنطقة. يصبح الجو فجأة في غاية الخطورة، ولكن مونبيوت يبقى على قيد الحياة؛ ليعكس وجهة نظره عن الحماقة التي تجعل المرء يضع نفسه في مواجهة هذه المخاطر، وتجاهل واجباته تجاه ابنته وزوجته، لكن توبته لا تستمر، حيث تجذبه مغامرة أخرى إلى الطبيعة من جديد.

وتُعتبر براعة مونبيوت في صيد السمك في البرية مثيرة للإعجاب، كحقيقة نجاته من مرض الملاريا الذي يصيب قشرة الدماغ، والتعرض للضرب من قبل الحراس العسكريين، ودخوله في غيبوبة نتيجةً لِلَسْع الدبابير، لكن كتاب «البريّون» جعلني غير مرتاح، لأن مفهوم «إعادة التوطين البري» يساء فهمه غالبًا من قِبَل الرأي العام بأنه علم يقتصر على محبي الحيوانات والطبيعة والمغامرة. ومع أن مونبيوت يغطي هذا الموضوع بكفاءة في الكتاب، لكن عشقه وحماسه لركوب المخاطر يمكن أن يسهم في إسدال ستارة من الحيرة على القيمة المركزية لإعادة التوطين في البرية. ويمكن أن تكون هذه الفكرة علاجًا للشعور بالملل تجاه البيئة، ولكن قدرتها على إشعال الخيال يجب أن تكون مرتبطة مع هدف تحقيق مستقبل أكثر استقرارًا لنا وللأنواع الأخرى الموجودة معنا. ■

**شاهد نعيم** أستاذ علم البيئة في جامعة كولومبيا في نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: sn2121@columbia.edu



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


CARLOS CHEN

# س و ج راهول ميهروترا
# رجُـــل الأفيـــال

يقوم المهندس المعماري راهول ميهروترا بالبناء، ويشغل باله التطوّع الاجتماعي. فقد ساعد مشروعه الأخير في قرية هاثي جاون ـ الواقعة في راجستان في الهند ـ على إيواء 100 من الفيلة وسائقيها. يتحدّث بروفيسور في كلّيّة الدراسات العليا للتصميم في جامعة هارفارد، في كمبريدج، بولاية ماساتشوستس عن التطوّر الحضري، و«رأس المال المتعجِّل».


NICK HIGGINS

**ما هي طبيعة مهمّتك في هاثي جاون؟**
كانت مهمتي هي تصميم مساكن؛ لإيواء الفيلة التي تنقل السُّيّاح إلى أمبر فورت في جايبور، راجستان، ولسائقيها «الماهوت» كذلك بأقل تكلفة ممكنة. وسائقو الفيلة عادةً من المسلمين الذين يعيشون في الولاية ذات الأغلبية الهندوسية، حيث تتقاعس حكومة تلك الولاية عن توفير مساكن لإيوائهم. إنّ العلاقة التي تجمع بين سائقي الفيلة والفيلة معقدةٌ وحميمةٌ في الوقت ذاته. ففي أغلب الأوقات يغني الماهوت للفيلة؛ حتى تنام. ولذلك.. كان يجب تسكينهم معًا.

**ماهي الاستراتيجية التي اتبعتها؟**
لقد مارسَت الجماعات التي تُعنى بحقوق الحيوان ضغوطًا على الحكومة، بسبب صعوبة وصول الفيلة إلى مصادر المياه. وترتبط الفيلة بسائقيها «الماهوت» من خلال الاستحمام. كما تحتاج الفيلة المزيَّنة بالدهانات السامة إلى غسلها، وإزالة هذه الألوان عنها. ولذلك.. فوجود الماء في غاية الأهمية، لأنه أساس الحياة. إنّ الأرض التي خُصصت لنا كانت موقعًا قديمًا للتعدين، كان بمثابة حفرة كبيرة من الرمال. وحرصنا على جَعْل المساكن تحيط ببِرَك الماء، التي تتعرض للرياح الموسميّة والتجدد البطيء للتضاريس، منذ حوالي 10 ـ 15 عاماً.

**ما الذي دفع بعجلة المشروع إلى الأمام؟**
إنها الرياح الموسميّة.. فحوالي 65% من مياه الأمطار التي ملأت بِرَك المياه تمّ استيعابها، وكان هذا الأمر جيدًا، لأنها أثرت المخزون المائي المحلي، ودعمت مشروع زراعة الأشجار الذي قمنا به. بعد ذلك، تصلّبت الجدران الطينية للبرك بشكل طبيعي، حسبما أكّد لنا أصحاب الحِرَف المحليّون. وفي الوقت الحالي بلغ الفَقْد في المياه 25%، مما جعل النسبة المتبقية تكفي بالكاد للمحافظة على ملء البِرَك ودعم الزراعة. وفي غضون عامين، تغيّرت تضاريس الأرض في المنطقة، واستطاعت الحكومة أن ترى ما كنا نحاول فعله؛ وأصبحت متحمسةً للمشروع.

**كيف يبدو الشكل العام للمساكن؟**
إنّها منازل صغيرة، تتكوّن من طابق واحد، حيث يسكن الفيل في جزء من الطابق الأرضي، ويقطن الماهوت وعائلته في الجزء الآخر منه. وقد صمّمنا الأسطح على شكل ألواح مستوية؛ حتى يتسنى للعائلة بناء طوابق إضافية عند تحسُّن دخلهم المعيشي. وتم بناء الجدران من الحجارة المحليّة. وفي مطلع عام 2012 وصلت أولى العائلات للسكن في منزل من هذه المنازل. وسوف تستوعب هذه القرية مستقبلًا ما يقرب من 70 إلى 100 عائلة.

**هل بإمكان فن العمارة إيجاد حلول للمشاكل الاجتماعية؟**
قد يسهم فن العمارة في إيجاد حلول.. فمُرَبُّو الفِيلة لم يتسنَّ لهم العيش معًا في مكان واحد من قبل، ولذلك.. لا يوجد لديهم الإحساس الحقيقي بالمجتمع والجماعة.

وفي هاثي جاون، خصّصنا ما يقرب من 45 مترًا مربعًا فقط لكل عائلة، وبنينا مساحة إضافية على شكل فناء داخلي. وتشترك تجمُّعات المنازل في ساحات أكبر، وبدأت حاليًا مجتمعاتٌ جديدةٌ في التشكّل.

**لماذا وصفتَ مومباي بأنها بمثابة مُخْتَبَرك؟**
تحوي مومباي الكثير من المشاكل التي توجد في المدن المتنامية. ويحدث تنامي المدن بطريقتين: الالتفات إلى الداخل، والتوسع والانتشار. والالتفات إلى الداخل هنا يعني استغلال المساحات الصغيرة بشكل كثيف، وبطرق معقدة. فالأحياء العشوائية المزدحمة بالسكان تنشأ بتلك الطريقة، وتكون كل النشاطات اليومية محصورة كذلك في تلك المساحة. وفي المقابل، فإنّ التوسع والانتشار يُقصَد به توسُّع المدينة بشكلٍ أفقي باتجاه المناطق والضواحي المحيطة. بالنسبة إلى أبرز المدن الناجحة، كنيويورك مثلًا، فإنّ لديها توازنًا بين الطريقتين السابق ذكرهما. أمّا مومباي، فهي مثال على طريقة الالتفات إلى الداخل، وبشكل حاد، فالأحياء الفقيرة هي المراكز الرئيسة للإنتاج، ومع ذلك.. فإنّ لديها قابليةً للتطوّر، عن طريق ضَمّ مساحة كبيرة إليها من تلك المناطق النائية المحيطة بها.

**إذن، فقد تتشابه المدن، ولكنّها تختلف جذريًّا؟**
نعم، قد تتشابه في الشكل، لكنّ كل مدينة لها طابع معين.. فبالرغم من أنّ دبي تشبه نيويورك إلى حدٍّ كبير، لكنّ كل منهما نمت بطريقةٍ مختلفةٍ عن الأخرى. بالنسبة إلى نيويورك، فإن مواطنيها هم الذين قاموا ببنائها بشكل أساسي، وتمّ تشكيلها بما يتماشى مع متطلبات الحياة هناك. وفي المقابل، فإنّ دبي تسعى إلى جذب رأس المال المتعجِّل المتعطش إلى المشروعات، كما تسعى إلى جذب أموال من شركاتٍ عالميةٍ عديدة؛ ليتم تحويلها على أرض الواقع إلى مشروعات عملاقة، وأبنية جديدة. ويبدو أن لمزوِّدي الأبنية بالزجاج داكن اللون، الحاجب لما خلفه، تأثيرًا كبيرًا على المشروعات في مثل هذه المناطق الحضريّة.

**كيف يؤثر ذلك على المواطنين؟**
بكل أسف.. ليس لدى رأس المال المتعجِّل الذي يسعى للربح السريع التزامٌ تجاه المدينة، فقد تُشَوَّه قيمة الأرض، وتُقام منشآت متجاورة غير متناسقة. ومن أمثلة ذلك: المجتمعات المغلَقة، والأبراج الشاهقة في قلب المدينة، أو المجمعات السكنية مترامية الأطراف في ضواحي المدن. وقد يشكِّل رأس المال المتعجِّل خطرًا، إذا تَحَكَّم في القرارات التخطيطية للمدن، مثل مومباي التي تطمح أن تكون مدينة عالميةً، ولكنها لم تصل إلى ما تسعى إليه بعد، لأن مِثْل هذه القرارات التخطيطية تميل إلى فقدان البُعد الإنساني.

**هل يقود فنُّ العمارة تطوُّرَ المجتمع الحضري، أم يتبعه؟**
هذا الموضوع مثار نقاش متواصل بين أفراد المهنة.. فالبعض يرى أن الهندسة المعمارية يجب أن تكون طليعيّة، أي رائدةً في الابتكار، بينما يرى البعض الآخر أنها يجب أن تتجاوب مع الصعوبات والمشكلات التي تواجه المجتمع. وهناك ما يتوسّط هذين الرَّأْيَيْن، حيث يساعد المعماريّون في مجابهة مشكلات المجتمع، ويتجنبون حدوثها بخيالهم الفَذّ من خلال استغلال المساحات، كما فعلنا في هاثي جاون. ■

**قام بالمقابلة: لورا سبيني**



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

# مراسلات

## المسؤولية الاجتماعية للتقنيات الجديدة

حلَّل تقريرٌ صدر هذا العام (2013) من قِبل «الوكالة الأوروبية للبيئة» مجموعةً من الابتكارات الكيميائية والتقنية، والفعالية طويلة المدى للسياسات المُصمَّمة لتقليل المخاطر على الصحة والبيئة، الناتجة عن استخدامها (انظر: go.nature.com/ajxkkt).

وكمساهمين في هذا التقرير، فإننا ندعو إلى أشكال من الإدارة أكثر فعالية؛ لدمج المسؤولية الاجتماعية بشكل أكبر في التقنيات الجديدة.

يبيِّن التقرير أنه، بدلاً من إعاقة الابتكار، فإن السياسات الوقائية يمكن أن تدعم الاستثمار في بدائل أكثر أمنًا، وفي إدارة المخاطر. وحين تمّ اتخاذ إجراء وقائي احترازي على أساس أدِلّة محتملة للضرر، كانت حالات الإفراط في التوجيهات نادرة، وتبيَّنَ لاحقًا ـ في مواقف كثيرة ـ أن هذا الإجراء له ما يبرره.

تكشف عشرون دراسة حالة على المواد ذات الخطورة المحتملة - بما فيها البنزين الذي يحتوي على الرصاص، والمبيدات النيكوتينيّة (التي تم حظرها مؤخرًا في أوروبا)، والتلوث الزئبقي - أن معايير تقييم المخاطر الحالية غالبًا ما تمنع أو تؤخِّر الكشفَ عن المخاطر. وبالنظر إلى عدد التقنيات الناشئة التي سوف تتطلب تقييم السلامة، فإن تقييمات المخاطر في المستقبل سوف تحتاج إلى استراتيجيات مُوجَّهة نحو الحلول التي تزيد التوقيت والفعاليّة.

إن المسائل المعقدة حول التقنيات الناشئة ـ مثل المحاصيل المُعدَّلة وراثيًّا ـ تدعو العلماء إلى تحمُّل المزيد من المسؤولية الاجتماعية، كما تدعو المنظِّمين إلى طلب المشورة من المجتمع ككل؛ لمواجهة المخاوف المتعلقة بالأمن، ولإرساء مبادئ الاستدامة، والمنفعة، والكشف عن المخاطر في وقتٍ مبكر.

سوف تقوم الحوافز والمزايا المالية ـ مثل المشتريات العامة ـ بتشجيع الصناعة؛ لاتخاذ التدابير المسؤولة. وسوف يتطلب ذلك معايير اجتماعية؛ ليتم تطبيقها في عمليات تمويل البحوث العامة، مدعومةً بتعريف مُحدَّث للتفوق العلمي.

**جاكلين ماكجليد**، الوكالة الأوروبية للبيئة، كوبنهاجن، الدنمارك.
jacqueline.mcglade@eea.europa.eu
**ديفيد كويست، جينوك، ترومسو**، النرويج.
**ديفيد جِي**، لندن، الولايات المتحدة

## جائزة للابتكار من أجل مواقِد طَهْو نظيفة

كان للتحوُّل الجذري في تقنية المحركات في السبعينيات (Honda's CVCC) الأثرَ في خَفْض انبعاثات السيارات بشكل كبير. إن تغيير قواعد اللعبة بشكل مشابِهٍ يمكن أن يحلّ مشكلة تلوث أكبر في الوقت الحالي.

إن تلوث الهواء المنزلي من مواقد حَرْق الكُتَل الحيوية التقليدية المستخدمة في دول نامية عديدة هو أكبر تهديد لصحة البيئة في العالم، حيث يؤدي إلى 4 مليون حالة وفاة مُبَكِّرة سنويًّا (S.S. Lim *et al*. *Lancet* **380**, 2224-2260; 2012).

ولهذا.. نقترح تعيين (جائزة ابتكار) تصل إلى عدة ملايين من الدولارات، تُموَّل من قِبل الحكومات أو المنظمات الخيرية؛ لعمل مواقد أنظف، وأكثر كفاءة، وبأسعار معقولة للفقراء بشكل سريع.

سوف تجذب المنافسة أفضلَ علماء الاحتراق وأفضل المهندسين في العالم، ويمكن أن تساعد في تطوير الجهود الحالية للمنظمات غير الحكومية، والشركات الصغيرة، كما يمكن أن تساعد الأكاديميين وتنهض بمستوياتهم (انظر: S. Anenberg *et al*. *Nature* **490**, 343; 2012).

سوف تُمنَح الجائزة لوحدة احتراق حيوية منخفضة الانبعاثات وشديدة التحمل، ألا وهي«قلب الموقد»، بدلاً من الموقد نفسه. ويمكن بعد ذلك مواءمة تصميمات المواقد؛ من أجل تلبية المتطلبات المحلية.

**أمبوج د. ساجار**، المعهد الهندي للتقنية، دلهي، الهند.
**كيرك ر. سميث**، جامعة كاليفورنيا، بيركلي، الولايات المتحدة الأمريكية.
krksmith@berkeley.edu

## نحن أيضًا بحاجة إلى مقاييس سلبية

إن مقاييس تقييم البحوث يعتريها الغموض، حيث يمكن الاستشهاد ببحث لأسباب إيجابية، أو سلبية، بينما تركز وكالات التمويل والجامعات على التأثير الإيجابي في تقييم البحوث، الذي يضم ـ على نحو متزايد ـ مقاييس بديلة («altmetrics»؛ انظر: *Nature* **493**, 159 and *Nature* **495**, 437-440; 2013).

إنّ الباحثين ـ في اعتقادنا ـ يمكنهم أن يكوِّنوا صورةً أكثر اكتمالاً لتأثير بحوثهم، وذلك عن طريق ضم المؤشرات التي تبدو سلبية، مثل المواجهات مع أشخاص مهمِّين، أو اتخاذ إجراءات قانونية، بالإضافة إلى تلك التي تبدو إيجابية.

ولاستكشاف هذه الفكرة، قمنا في مركز لدراسة التخصصات المتعدِّدة بمناقشة طرق تقييم تأثير أنشطة البحث لدينا. بدأنا مع المؤشرات الكَمِّيَّة الشائعة للتأثير العلمي (رقم ومكان المنشورات، وإجراءات فهرسة الاقتباس، وعدد وحجم جوائز المنح، وما إلى ذلك). وبازدياد الحماس لموضوعنا، توصلنا إلى العديد من المؤشرات المحتملة الأخرى، بما في ذلك المؤشرات السلبية (انظر الجدول للحصول على أمثلة، و go.nature.com/miytf3 للحصول على قائمة كاملة).

وفي هذا العصر الذي يتميز بزيادة الطلب على البيانات التي يمكن الاعتماد عليها، نعتقد أنه ينبغي على الأكاديميين تحديد تأثير أبحاثهم، بدلاً من أنْ تُحَدَّد بواسطة شخص آخر.

**جيه. بريت هولبروك، كيلي آر. بار، كيث واين براون**، جامعة شمال تكساس، دينتون، تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية.
britt.holbrook@unt.edu

## النماذج الاقتصادية يمكن أن تساعد خريطة الدماغ

سوف يستفيد النقاش حول اقتراح رسم خريطة للدماغ المقدَّم من رئيس الولايات المتحدة باراك أوباما (*Nature* **495**, 19; 2013) من النماذج الاقتصادية. وهذا من شأنه تحسين التفكير في الأهداف، والتمويل والتوقيت في ظل التخفيضات في الميزانية، ومناقشات العلوم الكبرى التي ترعاها الحكومة.

المثال على هذا النهج يأتي من وضع نماذج الوقت، ورصد المال اللازم لبحوث الجينوم؛ لخفض النتائج العكسية المرتبطة بالأدوية على المريض، باستخدام بيانات فعلية (R. Arnaout *et al*. *Clin. Chem.* **59**, 649-657; 2013). وهذا يكشف كيف أن فَهْم جينوميات الاستجابة للأدوية يمكن أن يؤدي إلى تقدُّم أقل تكلفة، وأسرع، وتقديم رؤى مُحدَّدة، ومعتمِدة على الواقع، وقابلة للتنفيذ.

إن اقتراح رسم خرائط للدماغ هو اقتراح أوسع نطاقًا، وربما يستدعي تقنيات لم يتم ابتكارها بعد، لكنْ ما زال القصد من ذلك هو تحسين الصحة. ووَضْع النماذج الاقتصادية يمكن أن يساعد في عقد المقارنات بين الاقتراح والاستثمارات المتنافسة، وإشراك الجهات المعنية، وتعزيز المساءلة. حيث إنه سوف يخدم مصدر التمويل النهائي والمستفيد منه، ألا وهو دافِع الضرائب.

**رامي أرناؤوط*** مركز بيث إسرائيل ديكونيس الطبي، كلية هارفارد الطبية، بوسطن، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.
rarnaout@bidmc.harvard.edu

* بالإنابة عن 4 مشاركين في التأليف.
انظر: go.nature.com/brfb2u لرؤية القائمة الكاملة.

## «المادة المُظْلِمة» لعلم الأحياء

يعبِّر فيليب بول عن رأيه بشأن الحمض النووي قائلًا إنه «لا يجب أن نحمِّله المسؤولية الكاملة الرهيبة لتعقيدات الحياة»، (*Nature* **496**, 419-420; 2013)، فبالإضافة إلى المكوِّنات المنتهية بالمقطع «ـوم» ـ التي يذكرها كأمثلة لتحمُّل تلك المسؤولية ـ هناك المكوِّنات الأخرى الحيوية لجميع أشكال الحياة، مثل الميتابولوم (وسائط مكوَّنة من جزيء صغير)، والليبيدوم (بما في ذلك الأغشية الخلوية)، والجليكوم (مصفوفات هائلة من سلاسل السكر على أسطح الخلية والحيِّز خارج الخلوي).

نحن نعلم الآن أنّ هذه المكوِّنات الأخرى المنتهية بالمقطع «ـوم» تتوسط الكثير من عمليات التنوُّع والتعقيد الموجود في الأنظمة البيولوجية الطبيعية. يقوم بول بمقارنة مشابِهة حين تم في عام 1998 اكتشاف تسارع توسع الكون؛ وهو ما اضطر علماء الكونيّات للتفكير فيما هو أبعد من النموذج القياسي، وإدراك أن المادة المظلمة والطاقة المظلمة تسيطران بالفعل على عديد من العمليات الأساسية.

وبالمثل، فقد حان الوقت لقيام المزيد من علماء الأحياء بالمغامرة فيما هو أبعد من النموذج القياسي لعلم الأحياء (الذي يشمل الحمض النووي، والريبوزي، والبروتينات) التي خدمتنا بشكل جيد؛ لنأخذ بعين الاعتبار «المادة المظلمة» للعالَم البيولوجي، بالإضافة إلى البيئة الفيزيائية، والبيولوجية، والاجتماعية، والثقافية.

**أجيت فاركي**، جامعة كاليفورنيا، سان دييجو، لاجولا، الولايات المتحدة الأمريكية.
a1varki@ucsd.edu


تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

## تعزيز مجال الطب التطبيقي في أوروبا

شهد الأسبوع الأول من شهر يونيو 2013 الاحتفال بانطلاق مؤسسة «البنية التحتية الأوروبية للطب التطبيقي» EATRIS (انظر: go.nature.com/3li8fs). وتهدف المؤسسة إلى مساعدة العملاء (الصناعة، والمشروعات الصغيرة، ومنظمات التمويل، والمؤسسات الأكاديمية) لترجمة اكتشافاتهم الطبية الحيوية بكفاءة إلى منتجات وقائية، أو تشخيصية، أو علاجية، تصل إلى درجة الإثبات الإكلينيكي للمفهوم.

وسوف يتيح أكثر من 60 مركزًا بحثيًّا رائدًا للطب التطبيقي مَرَافِقَه وخبراته للباحثين ومجال الصناعة في جميع أنحاء أوروبا، من خلال نقطة دخول واحدة، للجمع بين العلماء والأطباء الأساسيين، فضلًا عن الشركاء من القطاعين العام والخاص. قد تكون هذه المراكز متخصصة ـ على سبيل المثال ـ في العلاجات المتقدمة، أو التصوير، أو المؤشرات الحيوية.

وسوف تقلل المؤسسة من تكاليف التطوير والمخاطر إلى الحد الأدنى، عن طريق استغلال الخبرات، وتحقيق الاستخدام الأمثل للخبرة الفنية الأكاديمية، والبنية التحتية، ومجموعات المرضى. وسوف يتم توحيد معايير مراقبة الجودة، والملكية الفكرية، والأطر القانونية. وسوف تلبي الفِرَق متعددة التخصصات ـ التي تم تجميعها سريعًا ـ الاحتياجات التنظيمية والإكلينيكية الخاصة بكل مشروع.

وينبغي لهذه التدابير أيضًا أن تجذب الانتباه ناحية الأمراض النادرة والمهمَلَة.

**جيوفاني ميجلياتشو، فرانك هـ. دي مان، أنطون إي. أوسي**، تنسيق ودعم مؤسسة «البنية التحتية الأوروبية للطب التطبيقي»، أمستردام، هولندا.
giovannimigliaccio@eatris.eu

## لا تبالغوا في تبسيط الاضطرابات النفسيّة

إن تشخيص الاضطرابات النفسية لا يخلو ـ في الواقع ـ من العيوب، وهو غير موضوعي، ولا يعتمد على علم الفسيولوجيا المَرَضِيّة أو السببيّة (*Nature* **496**, 416-418; 2013). الاستفادة من المحددات البيولوجية والمناهج متعددة الأبعاد ـ مثلما ذكر مشروع «تحديد معايير البحث العلمي بمجال الأمراض النفسية» ـ ليس مرجَّحًا أن تكون حلاً مناسبة إكلينيكيًّا، لأنها عرضة لخطر تبسيط الأمراض النفسية المُعقَّدة، وإدخال منطق إسنادي.

على سبيل المثال.. ربما يُظهِر الأشخاص الذين يعانون من اضطراب ما بعد الصدمة أو الذهان اضطرابات متشابهة في وظيفة الفص الأمامي في التصوير بالرنين المغناطيسي، تمامًا مثلما قد يُظهر هؤلاء الذين يعانون من القلق أو الذهان تنشيطًا مماثلًا مبالغًا فيه لِلَوْزة المخيخ، لكن الأسباب الكامنة وراء هذه التشابهات السطحية مختلفة، وكذلك العلاجات. وكذلك مثلا فإن الليثيوم علاج غير فعّال للذهان، أو القلق، أو اضطراب ما بعد الصدمة، لكنه ناجح إلى حد ما في الحالات التي تستوفي معايير التشخيص الحالية لاضطراب ثنائي القطب.

قد يتداخل علم الوراثة في بعض الحالات (على سبيل المثال.. الفصام، والتوحد، والاضطراب ثنائي القطب)، كما يفعل علم الوراثة مع التصلب المتعدد وداء كرون. ومع ذلك.. فإن هذه الحالات هي حالات إكلينيكية مختلفة، وتتطلب تدخلات مختلفة كذلك.

إن الحذر والشك الصحي ضروريّان قبل تَبَنِّي اتجاهات عصرية لمراجعة تشخيص الأمراض النفسية.

**دانيال ر. فاينبرجر**، جامعة جونز هوبكنز للطب، بالتيمور، ميريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية.
drweinberger@libd.org

## إدراج السَّرْخَس الضخم بقائمة الأنواع المُجْتاحَة

تهدف قائمة أسوأ 100 نوع من الأنواع المجتاحة الغريبة على مستوى العالم ـ التي يتم تجميعها من قِبَل «الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة» IUCN ـ إلى مساعدة الجهود الرّاميَة إلى الحفاظ على التنوُّع البيولوجي في جميع أنحاء العالم (انظر: go.nature.com/qa9z1g).

وبعد خُلُوّ موقع في القائمة، نتيجة للقضاء على فيروس الطاعون البقري على مستوى العالم (انظر، على سبيل المثال، *Nature* **474**, 10-11; 2011)، قمنا بالتنسيق مع مجتمع علماء الأحياء المجتاحة في مبادرةٍ فريدة من نوعها؛ للتصويت لاختيار بديل.

لقد قمنا بتقييم أكثر من 10000 نوع اجتياحي من أكبر قواعد البيانات في العالم، من حيث قدرتها على الانتشار وتأثيرها البيئي أو الاقتصادي المحتمل، ثم صوَّت أكثر من 650 خبيرًا من 63 دولة على العشرة أنواع المُرشَّحة التي وضعناها في القائمة المختصرة، واختيرت «السالفينيا العملاقة» *Salvinia molesta*، وهي سَرْخَس مائي.

إن موطنها الأصلي هو البرازيل، وقد انتشر هذا السرخس في جميع أنحاء المناطق المداريّة وشبه المداريّة. وهو يتضاعف بوفرة خلال أيام، مكوِّنًا حصائر سميكة، وعائمة، تحجب الضوء عن مساحات شاسعة من المياه، ويقلِّل محتوى الأكسجين فيها ويخفِّض ـ بشكل كبير ـ من جودة المياه. كما أنه يعوق النقل المُعتمِد على المياه، ويسد أنظمة الري وأنظمة توليد الطاقة، ويضر بمصائد السَّمَك المحليّة.

والآن، في دائرة الضوء العالمية، يتم تعيين هذا الوافِد الجديد لقائمة الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة؛ لزيادة الوعي العام بالضرر الناجم عن الأنواع المجتاحَة، وللتحفيز على المزيد من النقاشات حوله في الدوائر العلمية والسياسية.

**فرانك كورشامب***، CNRS، جامعة باريس الجنوبية، أورساي، فرنسا.
franck.courchamp@u-psud.fr

* بالنيابة عن 7 من المشاركين في التوقيع. انظر: (go.nature.com/wvjef2) لرؤية القائمة الكاملة.

## الأقمار الصناعية: إتاحة الوصول إلى البيانات

إن تكلفة الوصول إلى بيانات الأقمار الصناعية تعوق التطبيق واسع النطاق للرَّصْد الفضائي، وهو أداة حيوية للسيطرة على إزالة الغابات (Jim Lynch *et al*. *Nature* **496**, 293-294; 2013)، وللتقييمات الخاصة بالتنوُّع البيولوجي.

إننا نحث الوكالات الحكومية التي تنتج صور الأقمار الصناعية المُموَّلة من الضرائب أنْ تجعلها متاحةً مجانًا، وبأشكال صديقة للمستخدِم.

إن دعوة لينش وزملائه إلى المراقبة اليومية بالقمر الصناعي للغابات في جميع أنحاء العالم قد تعني تجميع المعلومات من العديد من الأقمار الصناعية التي يتم تشغيلها من قِبل بلدان عدة. على الرغم من ذلك.. سوف يكون تجميع مجموعات البيانات الضخمة اللازمة للرصد العالمي باهظ الثمن، لأن الحكومات الوطنية ليست لديها سياسة الدخول المجاني لصور الأقمار الصناعية الخاصة بها.

يتمثل أحد الحلول في جمع بيانات الأقمار الصناعية الأمريكية «لاندسات»، وبيانات الأقمار الصناعية «سنتينيل-2»، المخطَّطة من قِبَل وكالة الفضاء الأوروبية، وهو ما يمكن أن يقدِّم تصويرًا ضوئيًّا مع تغطية عالمية كل 3 ـ 5 أيام. لقد زاد توزيع تصوير أقمار «لاندسات» بمقدار مَرَّتَيْن منذ عام 2008، عندما جعلت هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية كافة البيانات متاحةً مجانًا على الإنترنت. والبيانات من «مقياس الطيف للتصوير متوسط الدقة» MODIS بوكالة «ناسا» وجميع صور رصد الأرض هي أيضًا متاحة مجانًا، وكذلك بيانات برنامج القمر الصناعي لموارد الأرض بين الصين والبرازيل.

**وودي تيرنر***، شعبة علوم الأرض، وكالة «ناسا»، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة.
woody.turner@nasa.gov

* بالنيابة عن 14 من المشاركين في التوقيع. انظر: (go.nature.com/pfv6an) لرؤية القائمة الكاملة.

## الأقمار الصناعية: طموح مبادرة الغابات

نختلفُ بشدة مع رؤية جيم لينش وزملائه أنّ مخرجات لجنة الرصد العالمي للغابات وديناميكيات الغطاء الأرضي ومبادرة ملاحظات الغابات العالمية «تفتقد الطموح، وفَهْم إمكانيات الأقمار الصناعية» (*Nature* **496**, 293-294; 2013).

كمشاركين في هذه البرامج، وفي «برنامج الأمم المتحدة لخفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتراجُعها» UN-REDD، فإننا نهدف إلى إظهار كيف أنّ إمكانية الاستشعار عن بُعد تساعد الرصد العالمي المنهجي على جَعْل خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتراجُعها (REDD+) حقيقة واقعة في سياق المشاركة المجتمعيّة الأوسع نطاقًا. إن (REDD+) هي مبادرة خفض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتراجُعها، وهي مبادرة تهدف إلى تخفيف آثار تغيُّر المناخ في إطار «اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغيُّر المناخ UNFCCC».

كما نتساءل عن جدوى دعوة لينش وزملائه بأنْ يكون الرصد بالأقمار الصناعية لإزالة الغابات ذي الاستجابة السريعة منصوصًا عليه في القانون الدولي في إطار «اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغيُّر المناخ»، بالنظر إلى مخاوف السيادة الوطنية، وحقيقة أننا لسنا حتى الآن في موقع للتخفيف من مشاكل الغطاء السحابي. وعلى الرغم من أنّ الرادار يمكنه اختراق السحب، إلّا أنه لا يمكن للتقنية حتى الآن أن تلتقط التغيُّرات في النظم الإيكولوجية للغابات بطريقة منهجية وقابلة للتكرار.

**جايلز فودي***، جامعة نوتنجهام، المملكة المتحدة.
giles.foody@nottingham.ac.uk

* بالنيابة عن 7 من المشاركين في التوقيع. انظر: (go.nature.com/wu1f3e) لرؤية القائمة الكاملة.

# روبرت إدواردز

## (2013 - 1925)

### رائد الإخصاب في المُخْتَبَر.

قام علماءٌ كثيرون بتحقيق عدة اكتشافات حافظت على حياة الملايين، وكان روبرت إدواردز ـ الذي توفي في 10 إبريل الماضي ـ هو الشخص الذي ساعدهم على ذلك.

وُلد روبرت إدواردز في عام 1925 بمدينة باتلي، إحدى مدن طواحين يوركشاير الغربيّة بالمملكة المتّحدة، ثمّ تلقّى تعليمه في مانشستر، حيث درس الزراعة وعلم الحيوان في جامعة ويلز ببانجور في المملكة المتّحدة بعد قرابة أربع سنوات قضاها في الخدمة العسكريّة. وفي عام 1951 تخرّج بدرجة «مقبول». ورغم تلك البداية غير المشجّعة على الإطلاق، فإنّ ما يتذكّره صديقه جون عن تلك الأيام هو أنّ إدواردز «كان طموحًا ومرنًا وواثقًا في تقييمه وحكمه على الأمور».

التحق إدواردز بجامعة إدنبرة في المملكة المتّحدة؛ للحصول على دبلومة في «علم وراثة الحيوان»، ولكن سرعان ما عَرض عليه أستاذه، كونراد وادينتون، منحةً للحصول على الدكتوراة، الّتي تبعتها فيما بعد الزمالة الدراسيّة في المجال نفسه. وفي جامعة إدنبرة كان التعاون بين إدواردز، وروث فاولر، خرّيجة الزمالة (حفيدة الطبيب البارز إيرنست رازرفورد، وزوجة إدواردز المستقبليّة) مُنَظِّرًا لكيفيّة التحكّم في التبويض لدى الفئران. وبعد مُضِيّ ستّة أعوام شهدت إصداره لكثير من الأوراق البحثيّة، نُشر العديد منها في دَوْرِيّة «نيتشر»؛ أصبح إدواردز شخصًا يستحق الاهتمام.

بعد الفترة التي قضاها إدواردز في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا، استعان به عالِم الفسيولوجيا آلان باركس ـ الذي كان يعمل وقتها في مجلس البحوث الطبيّة (MRC)، التابع للمعهد القومي للبحوث الطبيّة (NIMR) بميل هيل في لندن ليقوم هناك بتطوير اللقاحات؛ لاستخدامها كوسائل لمنع الحمل للنساء. بالإضافة إلى ذلك.. استغلّ إدواردز أوقات فراغه في العودة إلى دراسته للبويضات؛ هادفًا بالدرجة الأولى إلى تفهُّم الأساس الذي تقوم عليه حالات الشذوذ الصِّبْغِيّة (الكروموسوميّة)، فضلًا عمّا يدفع بالبويضات نحو النّضج، وهي خطوة أولى ضروريّة في الطريق نحو الإخصاب في المختبَر (IVF).

وفي بداية الستينات من القرن الماضي، قام مدير جديد للمعهد القومي للبحوث الطبيّة بحَظْر إجراء بحوث الإخصاب المُخْتَبَري على الجنس البشري، وهو ما أصاب إدواردز بخيبة أمل؛ دفعته إلى اللحاق بباركس في عام 1963؛ لينضمّ هناك إلى معمل الفسيولوجيا في جامعة كمبريدج، حيث ظلّ يعمل هناك بقيّة عمره.

في كمبريدج، قام فريق إدواردز ـ الذي التحقتُ به كطالب دكتوراة في عام 1970 ـ بالتركيز على بدايات تطوّر الثدييّات. وتمكّن إدواردز في عام 1965 من نَشْر ورقة بحثيّة في دَوْرِيّة «لانسِت»، خطط فيها لإطار برنامج مُذهِل لدراسة علم وراثة وتطوّر البويضات عبر تخصيبها خارج الجسم البشري. وللحصول على تلك البويضات.. استعان بالأطبّاء الذين يُمثّلون البوّابة الرئيسة للوصول إلى المرضى الذين لم يلبثوا أن ساورهم الشعور بالقلق حيال أهدافه الخرقاء.

وفي لقاء أسطوري، عثر إدواردز في اجتماع بالجمعيّة



الملكيّة للطب في لندن على الشريك المثالي، وهو باتريك ستيبتو، الذي عمل آنذاك كأحد كبار أخصّائي أمراض النساء، والّذي كان قد انتهى لِتَوِّه من عملٍ رائد في مجال منظار البطن في أولدهام بالمملكة المتّحدة. وفي خِضَمِّ الاستهزاء الذي انهال عليه من زملائه في مجال أمراض النّساء، رَأَى إدواردز في تلك التقنية الجراحيّة الوسيلةَ الأمثل التي طالما احتاج إليها للحصول على البويضات من المرضى؛ فقد هدف كلا الرجلين ـ اللذين تَمَيَّزا بمهنيّة أُثير حولها لغط كثير ـ إلى قهر العقم. وسرعان ما ازدهرت العلاقة بينهما، معزَّزةً بالجهد الذي بذلته جِين بوردي، المُمَرِّضة التي دَرَّبها إدواردز؛ لتُصبح فنيّة معامل.

وقد استطاع إدواردز وستيبتو مع أحد الطلبة نشرَ البرهان المُقْنِع على الإخصاب البشري خارج الجسم لأوّل مرّة في عام 1969. وهنا، لم يعد من الممكن اعتبار الآثار الإكلينيكية الّتي حقّقها السَّبْق الذي نظّر إليه إدواردز أمرًا عبثيًّا. كما ارتفع سقف الاهتمام الإعلامي، وهو ما صاحبه فَيْض من الانتقادات اللاذعة التي طرحها العلماء، والأطبّاء، والسياسيّون.

رفض مجلس البحوث الطبيّة طلبَ الحصول على مِنْحَةٍ، قدّمها كلٌّ من إدواردز، وستيبتو، وذلك لأسباب أرجعها ظاهريًّا إلى المخاوف حول السلامة، ولكن برنامجهما استمر بتمويل ضئيل، استطاعا بالكاد الحصول عليه من كلٍّ من أولدهام، وكمبريدج، كما ظلّت هناك أسئلة عديدة لم تجد إجابات؛ فهل ستكون هناك حاجة إلى أدوية الخصوبة؟ وهل ستكون الأجنّة الناتجة سليمةً؟ لقد عمل إدواردز وستيبتو لقرابة عقد من الزمان، دون ظهور حَمْلٍ حَيّ. وجاء عام 1978 ليشهد مولد لويز براون ـ أوّل طفلة أنابيب في العالم ـ وبعد مولدها تبخَّر العَدَاء؛ حيث ظهر أنّه من القسوة أنْ نقول إنه ما كان ينبغي أنْ يُولد طفل سليم عبر الإخصاب المُخْتَبَري، وهناك حاليًا ما يزيد على خمسة ملايين طفل من أطفال الأنابيب، أصبح الكثيرُ منهم آباء بالفعل.

في عام 1980، أسّس إدواردز وستيبتو عيادةً خاصّة للخصوبة في بورن هول في ضواحي كمبريدج؛ حيث سعى إدواردز لجعل الإخصاب المُخْتَبَري أمرًا مقبولًا، لكنّه أيضًا ـ كأب لخمس بنات ـ كان عليه أن يُخاطب أناسًا مُصابين بالعقم، كان إدواردز نصيرهم في معارك أخلاقيّة كثيرة مع العلماء واللاهوتيين والسياسيّين، وحتّى مع الحاصلين على جائزة نوبل، الذين أصبح واحدًا منهم لاحقًا. لقد كانت أحلامه مبرّرةً، لكنّه دفع ثمن نجاحه بمواجهة اتّهامات شملت كلّ شيء، بدءًا من الاتّهام بقتل الأجنّة، حتّى محاولة لفت أنظار وسائل الإعلام.

ربّما كانت بعض تصرفات أستاذنا العزيز مستفِزَّة في طرحه لأفكاره حول التجارب، باعتبارها أخبارًا صحفيّة، لكن آن ماك لارين وهي واحدة من العالِمات المخضرمات والعلماء المُخضرمين في علم الأجنّة، التي عاصرت إدواردز، أخبرتني ذات مرّة قائلةً: «من وسط عشرات الأفكار، يستطيع إدواردز أن يُلقِي الضوءَ على بعضها ببراعة منقطعة النظير، تجعلك تحبس أنفاسك». وقد منح تلاميذه حريّة الاستكشاف؛ فازدهرنا في بيئة عادلة بين الجميع.

تقاعدَ إدواردز عام 1989، لكنّه ظلّ مُفعمًا بالطاقة والحيويّة؛ فاستمر مؤسِّسًا ومحرِّرًا لعدة جرائد علميّة، فضلًا عن استمراره في الإشراف على موقع «الطب الحيوي الإنجابي» على الإنترنت، حتّى تجاوز عمره الثمانين عامًا. لقد عاش طويلًا، وكان من نصيبه أنْ يستمتع برؤية برنامجه ـ الذي أثار جدلًا كبيرًا ـ يدخل إلى التيّار الرئيس للطب؛ حيث أمكن باستخدام الإخصاب المُخْتَبَري التبرُّعَ والاحتفاظ بالبويضات والأجنّة، فضلًا عن القدرة على التشخيص الجِيني للأجنّة، قبل زرعها في الرحم، وعلاج العقم لدى الرجال، واستحداث تكنولوجيا الخلايا الجذعيّة الجنينيّة البشريّة عبر تنظيره لها في الستينات من القرن الماضي. وهكذا.. فقد غيّرت التكنولوجيا المُساعِدةُ على الإنجاب من التعريف الدقيق لكلمة «الأُسْرَة».

ظهر إدواردز في العام الماضي على شاشة العرض بجوار رئيسة الوزراء البريطانيّة المُحافِظة الأشهر، مارجريت تاتشر، في كُلّيّته بجامعة كمبريدج (تشرشل). ومن اللافِت للانتباه أنّه وتاتشر وُلِدا في عام 1925، وماتا في عام 2013 في أيام متقاربة. ورغم التناقض السياسي بينهما، فقد حمل كلٌّ منهما تطلّعات لعالَم مختلف، جاهدَ كلٌّ منهما لتحقيقه. وفي عام 1990، أصدرت حكومة تاتشر تشريعًا؛ جعل من الإخصاب في المُخْتَبَر أمرًا مُتاحًا على نطاق واسع. واستغرق الأمر عشرين سنة أخرى، ليحصل إدواردز على «جائزة نوبل في الفسيولوجيا أو الطب» عام 2010، قبل أن يتمّ تكريمه بالحصول على لقب «فارِس». ■

**روجر جوسدن** مدير سابق لقسم بيولوجيا التناسل في كلّيّة ويل كورنيل الطبيّة بنيويورك في الولايات المتّحدة. وكان طالبًا بحثيًّا وزميلًا، تحت إشراف روبرت إدواردز في الفترة من 1970-1976.
البريد الإلكتروني: roger.gosden@cantab.net

CORBIN O'GRADY STUDIO/SPL

MACMILLAN SCIENCE COMMUNICATION

# Scientific ***Editing***




## ***Nature*-standard editing and advice on your scientific manuscripts**

MSC's editors can get to the crux of your paper with their detailed edits and incisive comments thanks to their advanced understanding of journal publishing — each paper is assessed by an editor with a PhD and experience of professional editing at a high-impact journal.

The service also includes a written report containing:

- Constructive feedback and helpful advice
- A discussion of the main issues in each section
- Journal recommendations tailored to the paper

**Our editors understand what it takes to get published in high-impact journals. Get them to work on your manuscript today!**

**msc.macmillan.com**

*Nature Publishing Group editorial and publishing decisions are independent of MSC services.

*Exclusive partner of Nature Publishing Group, publisher of* Nature *and* Scientific American

MACMILLAN SCIENCE COMMUNICATION

Under the patronage of the
Custodian of the Two Holy Mosques

**King Abdullah Bin Abdulaziz**

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

# Saudi International Advanced Technology Forum 2013

The 3rd International Forum for the Kingdom's Strategic Technologies and Innovation Programs



**December 2 - 4, 2013 / MuHarram 29 - Saffar 1, 1435 H**

KACST Headquarters - Conference Hall - Building 36
King Abdullah Road - Riyadh, Saudi Arabia

For more information please visit:

**www.kacst.edu.sa**

## أنباء وآراء



علم المعادن

# إنتاج الحديد بالكهرباء

**لا يزال العلماء يراودهم اليوم حلمُ تحويل سائل أكسيد الحديد إلي حديد وأكسجين باستخدام الكهرباء. والتوصل إلى مِصْعَد (قطب موجب) تتحمل مادته درجات الحرارة المرتفعة والكيماويات المسببة للتآكل يجعل الحلمَ أقرب إلى الواقع.**



DMITRY BELIAKOV/REX FEATURES

**الشكل 1 | استخلاص المعادن بالتحليل الكهربائي.** صورة من داخل مصهر ألمونيوم توضح لنا الظروف القاسية التي يجب أن تتحملها مكونات الخلايا الكهرُلية. أورد ألانور وزملاؤه[2] مواد يمكن استخدامها كمصاعد (أقطاب موجبة) في إنتاج الحديد كهربائيًا.

**ديريك فراي**

في عام 2011، أنتج العالم حوالي مليار طن من الحديد[1]. لكن مع الأسف، ما يصاحب هذا من إنتاج لثاني أكسيد الكربون أسهم بحوالي 5% في ارتفاع كمية هذا الغاز بالجو عالميًا في العام نفسه (المرجع 1). السبب في ذلك لا يعود إلى كمية ثاني أكسيد الكربون التي يتم إنتاجها مقابل كل طن حديد ـ ففي حقيقة الأمر ثاني أكسيد الكربون الذي ينتجه الحديد أقل من معظم المعادن ـ لكن السبب يكمن في كمية الحديد الكبيرة التي يتم إنتاجها سنويًا. ومؤخرًا، نشر ألانور وزملاؤه[2] اكتشافًا قد يجعل إنتاج الحديد أكثر صداقة للبيئة: اختزال خام الحديد باستخدام تيار كهربائي في عملية تُعرَف بالتحليل الكهربي.

الشائع في إنتاج الحديد هو اختزال خام الحديد بالكربون في أفران الصهر عند درجة حرارة 1600 مئوية، وهو ما ينتج حديد سائل مُشبَّع بالكربون إضافة إلى خليط من أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون[3]. في العادة، يتم حرق أول أكسيد الكربون منتجًا حرارة ومزيدًا من ثاني أكسيد الكربون. رُغم ذلك، فالحديد المُنتج من أفران الصهر ليست له استخدامات كثيرة نظرًا لطبيعته الهشة. فالحصول على منتجات صلبة مفيدة يحتاج إلى نزع معظم الكربون، مما ينتج مزيد من ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون، وكذلك نزع الشوائب الأخرى التي تُدخل مع الكربون.

أحد البدائل هو اختزال أكاسيد الحديد مباشرة باستخدام الهيدروجين. لكن الهيدروجين نفسه يتم إنتاجه عبر تفاعل الميثان مع المياه، أو عبر التحليل الكهربي للمياه[3]. كلتا الحالتين تتطلبان خطوتين ضروريتين لإنتاج الحديد: إنتاج الهيدروجين ثم اختزال أكاسيد الحديد. يبدو منطقيًا إذن أن يتم استخدام الكهرباء لتجاوز خطوة إنتاج الهيدروجين لأجل اختزال خام الحديد مباشرةً دون الحاجة إلى خطوة إنتاج الهيدروجين (الشكل1). كذلك، يُفضَّل أن يكون المنتج المعدني والكهرُل electrolyte—وهو المادة التي يتم تذويب أكاسيد الحديد فيها— سائلين، لأن السوائل عمومًا أسهل تناولًا من المواد الصلبة. سبب آخر لكي يكون المنتج سائلًا هو أن الحديد إذا ترسّب كصلب عبر الكهرُل المنصهر (السائل)، يأخذ شكل مسحوق سهل الأكسدة، مما يعكس التفاعل المطلوب. التحدي الأساسي إذن هو ابتكار عملية كهرُلية تنتج حديدًا سائلًا خاليًا من الكربون والأكسجين.

أكاسيد الحديد تذوب بسهولة في أكاسيد المعادن الذائبة لتشكّل خليطًا موصلًا للأيونات بشكل كبير، ويتخذ الحديد فيه هيئة أيونات الحديد الثنائية والثلاثية. ترسيب الحديد السائل من هذا الخليط لا يُعَد مشكلة، ويصبح التحدي إذن، لإنتاج الحديد باستخدام العملية الكهرُلية، هو البحث عن مصعد (أنود) مناسب يكون موصلًا جيدًا، ولا يتأثر سلبًا بالخليط الذائب أو بالأكسجين الذي تنتجه العملية عند درجة حرارة 1600 مئوية. هناك ثلاثة مواد قد تكون مناسبة لذلك: المعادن، وهي موصلة جيدة لكنها قد تتأكسد؛ والخزف الموصّل، وهو قد يذوب في الخليط وليس مرنًا؛ والخزف المعدني أو السِرمت (cermet)، وهو خليط من المعادن والخزف[4].

يركز ألانور وزملاؤه اهتمامهم على السبائك المعدنية التي تشكل أغشية الأكاسيد على سطحها أثناء التحليل الكهربي— دون أن تذوب تلك الأغشية في الكهرُل السائل. وقد ذكرت نفس المجموعة[5] أن عنصر الإريديوم قد يكون جيدًا كمصعد إذ أن أكسيده لا يتشكل عند درجات حرارة فوق 1200 درجة مئوية؛ وهو ما يعني أن المعدن سيظل كما هو أثناء عملية التحليل الكهربي بدلًا من التآكل بسبب الأكسدة. لكن، الإريديوم أكثر كلفة وندرة من أن يُستخدم في إنتاج الحديد صناعيًا.

بالنظر في سبائك الحديد والكروم الأرخص، وجد المؤلفون أنها مقاومة للأكسدة تحت الظروف الضرورية نفسها لاختزال الحديد في الكهرُل الذائب. ووجدوا لهذه السبائك ميزة أخرى، وهي أن أي ذوبان مصعدي (anodic dissolution) قد يحدث لن يلوّث الحديد بشوائب غير مرغوبة. بل إن أي شوائب من الكروم ستكون مفيدة لأن الكروم عادةً ما يضاف إلى الحديد ليقلل مستوى أكسدته.

حينما تتأكسد سبيكة ما، فإن مكونات الغشاء الذي يتكون على سطحها تكون غالبًا أكاسيد العناصر التي تُكوّن السبيكة، إلا أن طبقة الأكسيد التي تشكلت على المصعد خلال التحليل الكهربي، أثناء دراسة ألانور وزملائه، كانت بمثابة محلول صلب من أكسيد الكروم وأكسيد الألومنيوم. والأخير كان مصدره الكهرُل الذي تكوّن من أكسيد الحديد الثلاثي وأكسيد الألومنيوم وأكسيد المجنيزيوم وأكسيد الكالسيوم. وبعكس التوقعات، حين غُمِر مصعد من الحديد والكروم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

في الكهرُل بدون تطبيق أي جهد كهربي، لاحظ الباحثون تكون طبقة إضافية خليط من أكسيد الكالسيوم وأكسيد الألومنيوم فوق طبقة أكسيد الكروم وأكسيد الألومنيوم المتوقعة. تُعد ملاحظة الباحثين مُناقضة لنظرية الأكسدة التقليدية. وتفسير ذلك قد يكون أنه لدى تطبيق جهد كهربي، يتم صد أيونات الكالسيوم موجبة الشحنة بواسطة المصعد الموجَب، مما يمنع تكون طبقة الكالسيوم حينئذ.

ستحفز دراسات ألانور وزملائه تطويرًا أكثر لسبائك قليلة التكلفة للاستخدام في التحليل الكهربي لأكاسيد الحديد، وستدفع الباحثين نحو تصميم مفاعل تجريبي لتلك العملية. لكن قدرًا معتبرًا من التطوير التقني سيكون مطلوبًا ليتسنى استخدام اكتشاف الباحثين تجاريًا. فمثلاً، تحدث تفاعلات التحليل الكهربي بشكل ثابت في بعدين اثنين على الأقطاب، بينما تتم التفاعلات الكيميائية أثناء صناعة الحديد في ثلاثة أبعاد، وبالتالي سيكون صعبًا أن يضاهي المفاعل الكهرُلي التجريبي مكانيًّا وزمانيًّا المصاهر التقليدية. فالخلايا الكهرُلية يجب أن تصمَّم بحيث تكون المسافة بين المصعد (الأنود) والمهبط (الكاثود) قصيرة بما لا يسمح بتبديد الجهد الكهربي في الكهرُل، لكن ليس لدرجة القصر التي تتيح للحديد والأكسجين المتكونَين عند كل قطب كهربي أن يتصلا ببعضهما ويتفاعلا لاستعادة أكاسيد الحديد. كثافة التيارات الكهربائية المستخدمة في النظام يجب أن تستمر عالية لتضمن معدل إنتاج عالي.

لا يزال هناك الكثير المطلوب من العمل، فيمكن تطوير تقنية أقل تلوثًا لإنتاج الحديد. وتلك الطريقة قد يتم تعميمها لاستخلاص جميع أنواع المعادن من أكاسيدها. وهناك أيضًا تطبيق مثير للاهتمام: إنتاج الأكسجين من أكاسيد المعادن، وذلك سيكون ثمينًا جدًّا لعمليات استكشاف الفضاء. فإذا تمت العملية على سطح القمر، مثلاً، قد يُستخدم الأكسجين في خليط الوقود والأكسجين الضروري لتشغيل الصواريخ، واستدامة الحياة هناك[6,7]، مما يجعل هذا استيطان البشر للمجموعة الشمسية فكرة أكثر جدوى. ■

**ديريك فراي** يعمل بقسم علم المواد والتعدين بجامعة كمبريدج، كمبريدج، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: djf25@cam.ac.uk

1. www.worldsteel.org
2. Allanore, A., Yin, L. & Sadoway, D. R. *Nature* **497,** 353–356 (2013).
3. Habashi, F. *Handbook of Extractive Metallurgy* (Wiley-VCH, 1997).
4. Sadoway, D. R. *J. Metals* **53,** 34–35 (2001).
5. Kim, H., Paramore, J., Allanore, A. & Sadoway, D. R. *J. Electrochem. Soc.* **158,** 101–105 (2011).
6. Sanderson, K. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/news.2009.803 (2009).
7. Schwandt, C., Hamilton, J. A., Fray, D. J. & Crawford, I. A. *Planet. Space Sci.* **74,** 49–56 (2011).

الشَّيْخوخة

# سوء تفاهُم مفيد

**تبين أن التغايرات الطبيعية بمُعَدَّل ترجمة البروتين في العُضَيَّات (organelles) الخلوية المسماة ميتوكوندريا ترتبط بفترة العُمْر، مما يفترض آليّة موحَّدة لتأثيرات تبدلات الأيض على طول العُمْر.**

**سوزان وولف، وأندرو ديلين**

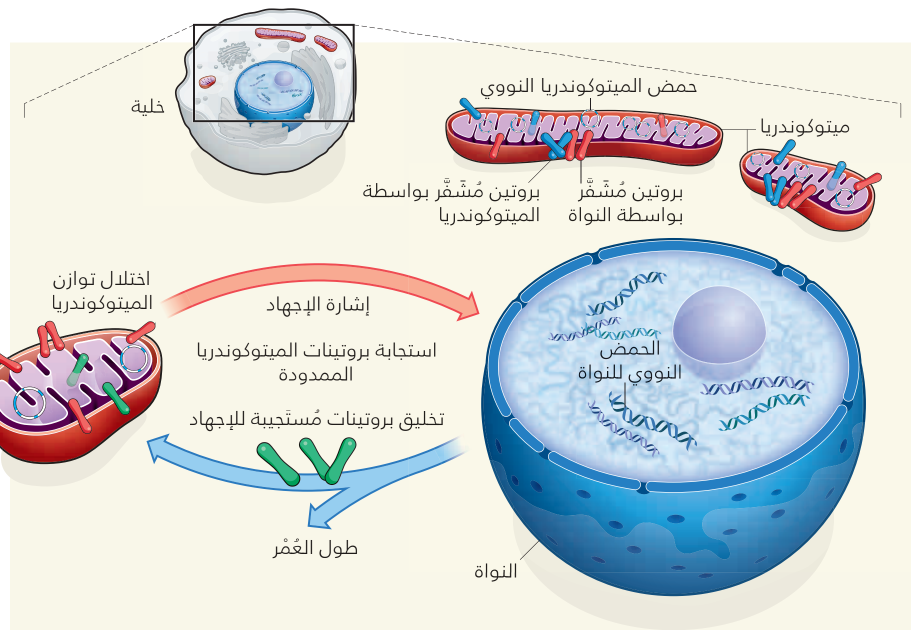
يعتمد وجودنا على متطفل صغير يسكن خلايانا في حضور شبحي ومتواصل، لِما كان يوْمًا كائنًا مُستَقِلاً. فمُنذُ أكثر من ملياريّ سنة، عندما حاولت خليَّة بكتيرية أن تلتهِم أخرى وأخفقت، صاغت الخليتان علاقةً ما؛ أفضت بنهاية المطاف إلى تطور إحداهما إلى عُضيّة organelle الميتوكوندريون أو «المُتَقَدِّرة» داخل الخلية الأخرى. وبمرور الوقت، أصبحت هذه العُضَيَّة تعمل كمصنع أيْضي صغير لخليتها المُضيفَة، مما سمح للمُضيفة بإنتاج ما يكفي من الطاقة لكي يتمايز ويتطور إلى شبكات مُعَقَّدة من الخلايا والأنسجة تُشَكِل أساس كائن حيّ مُعَقَّد[1]. وكان ما يحدُث للكائن الحيّ—لدى تعطل هذه العلاقة الداخلية التكافلية، وآثار ذلك المُفاجئة على فترة العُمْر—محور تركيز دراسة هوتكوبر وزملائه[2] المنشورة بدَوْريّة «نيتشر» مؤخرًا.

عَبْر العصور، حاولت الميتوكوندريون بعناد الاحتفاظ بهويّتها. فتمسكت بحمضها النووي لكونها تتناسخ بشكل مُستقِل عن بقية الخليَّة. بل تستعصي على قواعِد الوراثة المِنْدِلية. يتواجد مئات، بل آلاف، من هذه العُضيّات الآن داخِل كُلّ خليّة، وتعيش في تدفق مادي ثابت يحركه الاندماج والانقسام، حيث تندمج ميتوكوندريونات منفصلة لتشكيل ميتوكوندريون أكبر حجمًا أو تنقسم فرادى الميتوكوندريونات فجأة[3].

خلال هذا الوقت، تكون الميتوكوندوريون قد فقدت كثيرًا من استقلالها؛ حيث يكون تركيبها القاعدي والتوزيع الخلوي لحمضها النووي قد تغيرا[4]. واليوم، تقوم نواة الخليّة بتشفير معظم البروتينات المُكَوِّنة للميتوكوندوريون، بينما يقوم حمضها النووي بتشفير 13 بروتينًا فقط—أي أقل من 1% من إجمالي تركيبها البروتيني[5,6].

لبناء ميتوكوندريون، يتوجب على النواة تحديد جينات الميتوكوندريا التي تحتاجها ومتى تحتاجها. كذلك عليها تمييز نوع الميتوكوندريون المطلوب بناؤه، لأن أنسجة مُحددة — ورُبّما مواقع مختلفة داخل الخليّة — تحتوي على ميتوكوندريا ذات تركيب بروتيني مختلف بشكلٍ لافت[7]. وينبغي للنواة أن تكون جاهِزة للاستجابة للتقلبات البيئية وبدء عملية النشوء الحيوي للميتوكوندريا عندما تقتضي الظروف الأيْضية ذلك. أخيرًا، يجب أن تكون الخليّة على وشك ترجمة هذه الجينات إلى بروتينات في السيْتوبلازم الخاص بها، كما يتعين امتلاكها كفاية من البروتينات الوصيفة لمعاونة طَيّ ونقْل البروتينات الناشئة إلى الميتوكوندريا. وهكذا، تخليق وصيانة الميتوكوندريا عملية تفصيلية مُطوّلة بشكل باهِر—مما يتطلب بالضرورة اتصالاً مُعَقّدًا بين الميتوكوندريا والنواة لضمان تخليق النِسَب الصحيحة من البروتينات المطلوبة لبناء الميتوكوندريا وأدائها الوظيفي.

يبدو مستحيلاً أن تستطيع الخليّة مواصلة تَتَبُّع كُلّ هذه التقلبات الفردية. ولذلك.. ربَّما ليْس مستغربًا أن تكون الخلايا قد طورت آليات مُعَقَّدة خصيصًا لاكتشاف الإجهاد الذي يؤثر في محتواها من الميتوكوندريا والاستجابة لها[8-10]. فاختلال التوازن—بين إنتاج البروتينات المُشَفرة بواسطة النواة وتلك المُشَفرة بواسطة الميتوكوندريا—يطلق بسرعة آليات الدفاع لاستعادة حالة التوازن. خلال هذه الأحداث،




**الشكل 1 | تداعيات اختلال التوازن الخلوي.** تحمل الميتوكوندريا مجموعة كاملة من البروتينات، بعضها مُشَفر بواسطة النواة وبعضها بواسطة الميتوكوندريا. اختلال التوازن بيْن بروتينات النواة وبروتينات الميتوكوندريا يطلق استجابة بروتينات الميتوكوندريا غير المطوية (UPRmt)، حيث ترسل الميتوكوندريا إشارة إلى النواة لحثّها على إنتاج البروتينات المتصِلة بالإجهاد، التي تستعيد حالة توازن الميتوكوندريا. وقد وجد هوتكوبر وزملاؤه[2] أن زيادة استجابة بروتينات الميتوكوندريا غير المطوية (UPRmt) ترتبط بفترات عُمْرِية أطول لدى الفئران والديدان الخَيْطِيَّة.

تُرسل الميتوكوندريا إشارات تتوجه إلى النواة لتبديل تكاثُر الميتوكوندريا بالتأثير على تعبير جينات المَتوكوندريا المُشَفرَة بواسطة النواة. تزيد هذه الإشارة أيضًا ترجمة شبكة البروتينات المُتصلة بالإجهاد؛ والمُصَمّمة لحماية الميتوكوندريا من ضرر أكثر (الشكل1).

كان تركيز دراسة هوتكوبر وزملائه[2] هو زيادة تنظيم مثل آلية الدفاع هذه، استجابة بروتين الميتوكوندريا الممدودة—غير المطوية (UPRmt). اكتشف المؤلفون ارتباط الخسارة الجُزئية بوظيفة آلة الميتوكوندريا للترجمة بزيادة ضعفين ونصف في فترة العُمْر لدى عشرات من خطوط سلالات الفئران الناشِئة من تزاوج واحد. تحديدًا، التغاير (تعدّد الصور) في جين يشفر بروتين ميتوكوندريا ريبوسوميًّا واحدًا (MRP) منخرطًا في ترجمة بروتين،Mrps5 ، يرتبط بزيادة فترة عُمْر هذه السلالات. كما أن انخفاض ترجمة الميتوكوندريا كان أيضًا كافيًا لتمديد فترة العُمْر وتنشيط استجابة بروتينات الميتوكوندريا غير المطوية (UPRmt) في الديدان الخَيْطيَّة بطريقة تعتمد على الجرعة.

افترض المؤلفون أن القصور الوظيفي لبروتينات الميتوكوندريا الريبوسومية (MRPs) قد يتسبب باختلال توازُن المستويات النسبية لمكونات سلسلة نقل الالكترونات—مصنع طاقة الميتوكوندريون— المُشَفرَة بواسطة الميتوكوندريا والأخرى المُشَفرَة بواسطة النواة. بشكل ثانوي، اختلال التوازن هذا قد ينشط استجابة بروتينات الميتوكوندريا غير المطوية. الأكثر أهمية، يبدو هذا التأثير تبادليًّا: فإضافة رابامايسين rapamycin أو ريزفيراترول resveratrol (عوامل دوائية مرتبطة بالترجمة السيْتوبلازمية المُخَففة، عوضًا عن ترجمة الميتوكوندريا، لكنها تبدل حالة الأيْض بالخلية من خلال تنظيم نشوء الميتوكوندريا) كانت كافية لزيادة تنظيم استجابة بروتينات الميتوكوندريا غير المطوية (UPRmt)— من خلال زيادة التعبير الجيني— وتمديد فترة العُمْر.

يبدو هذا العمل موحيًا للغاية، لكنه مجرد بداية. فقد ثبت أن الخلل الوظيفي للميتوكوندريا أبعد ما يكون عن الفائدة بمعظم السياقات المعلومة. ففي البشر، تُسَبِّب طفرات جينات الميتوكوندريا أمراضًا عديدة مُنهِكة ومقصرة للعُمْر[11]. وحتى الآن، لم ترتبط طفرات جينات الميتوكوندريا بزيادة الصحة أو طول العُمْر في الثدييات. لذلك، فإن ارتباط التغاير الطبيعي في وظيفة البروتينات الريبوسومية في الميتوكوندريا (MRPs) بزيادة فترة العُمْر يبدو غريبًا.

بيد أن تنظيم وظيفة الميتوكوندريا وتخليق البروتينات الخاصة بها عمليات مُعَقَّدة بالضرورة. وسيكون مهمًّا النظر في كيفية تأثير فقدان بروتينات الميتوكوندريا الريبوسومية على النسب الجزيئية الإجمالية لمختلف مكونات سلسلة نقل الإلكترون. كذلك، إن كان هناك تغيرات أخرى تؤثر في تكاثر الميتوكوندريا وتؤثر أيضًا في فترة العُمْر مع الاعتماد على استجابة بروتينات الميتوكوندريا غير المطوية (UPRmt) ينبغي اختبارها. وبرغم ذلك.. توضح هذه الدراسة إلى أيّ حَد يبقى توازن الاتصال بيْن النواة والميتوكوندريا ضرورة قصوى لتحافِظ أيّ خلية على توازنها الداخلي.

وهكذا، بعد مشاركة امتدت مليارى سنة، يبقى الاتصال بين الميتوكوندريا والنواة عامل الحسم الأساسي لفترة عُمْر الكائن الحي. وبحكم تعريفها، تتضمن علاقة التعايش الداخلي التكافلي تحقيق التوازن بين احتياجات أجزاء فرعية متميزة وظيفيًا لتقديم استفادة أكبر للمجموع. وربما بلغت خلايانا من الحساسية لفقد هذا التوازن درجة تُحتم وجود دفاع سريع وفعَّال. ويتعيَّن على الباحثين في مجال الشيخوخة مواصلة البحث عن فهْم التأثيرات المُحَدّدَة لاستجابة بروتينات الميتوكوندريا غير المطوية (UPRmt) على العوامِل التي تسبب الشيخوخة، وكيفية نشر وإرسال مثل هذه الاستجابة عبر كائنات حيَّة بالغة التعقيد. كما علينا أيضًا توسيع فهمنا لطرق قد تخفف ـ بتحفيز استجابة بروتينات الميتوكوندريا الممدودة ـ وطأة أمراض بداية الشيْخوخة. ■

**سوزان وولف، وأندرو ديلين** يعملان بقسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية بجامعة كاليفورنيا، بيركلي، كاليفورنيا، الولايات المتحدة ، وبمعهد هاورد هيوز الطبي.
البريد الإلكتروني: dillin@berkeley.edu

1. Martin, W., Hoffmeister, M., Rotte, C. & Henze, K. *Biol. Chem.* **382,** 1521–1539 (2001).
2. Houtkooper, R. H. *et al. Nature* **497,** 451–457 (2013).
3. Duchen, M. R. *Mol. Aspects Med.* **25,** 365–451 (2004).
4. Gray, M. W. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* **4,** a011403 (2012).
5. Anderson, S. *et al. Nature* **290,** 457–465 (1981).
6. Pagliarini, D. J. *et al. Cell* **134,** 112–123 (2008).
7. Johnson, D. T. *et al. Am. J. Physiol. Cell Physiol.* **292,** C689–C697 (2007).
8. Liu, Z. & Butow, R. A. *Mol. Cell. Biol.* **19,** 6720–6728 (1999).
9. Parikh, V. S., Morgan, M. M., Scott, R., Clements, L. S. & Butow, R. A. *Science* **235,** 576–580 (1987).
10. Zhao, Q. *et al. EMBO J.* **21,** 4411–4419 (2002).
11. Wallace, D. C. *Science* **283,** 1482–1488 (1999).

مصائد السمك

# تغيُّر المناخ على مائدة العشاء

**تظهر استخدامات مبتكرة لإحصائيات الصيد أن تغيُّر المناخ قد أثّر فعلًا على تركيب أنواع السمك بمصائد السمك حول العالم؛ وبالتالي نوع السمك الذي نأكله.**

**مارك ر. بين**

ينظر علماء مصائد السمك إلى تغير المناخ باعتباره غيمة سوداء في الأفق، كإشكالية كامنة في المستقبل، وليست في المدى القريب. فعلى مدى العقود والقرون القادمة، من المتوقع أن يؤدي الاحترار وزيادة الحموضة واستنزاف الأكسجين في المحيطات إلى تأثيرات شديدة على الأنظمة البيئية البحرية ومصائد الأسماك[1]. في المقابل، هناك مشكلات أخرى راهنة— كأزمة الصيد الجائر[2]— تمثل تحديات مباشرة ضاغطة واستقطبت كثيرًا اهتمام أهل المجال بالعقد الماضي. لكن، حسبما نشر مؤخرًا بدَوْريّة «نيتشر»[3]، يقدم تشوينج وزملاؤه أدلة مذهلة على حصيلة مصائد السمك عالميًا تغيرت بطريقة مرتبطة بالتوجه نحو الاحترار—وبذلك أصبح تغير المناخ زائرًا غير متوقع على مائدة العشاء.

تعتبر التغيرات في التوزيع المكاني للأنواع البحرية من أهم التأثيرات المتوقعة لتغير المناخ على أنظمة البيئة البحرية4. تقوم الأنواع البحرية بالانتشار على كامل نطاق درجات الحرارة الذي يمكنها احتماله فسيولوجيًّا، وبذلك يمكن أن يرتبط انتشار هذه الأنواع—على نطاق واسع—مع حدود التغيرات بدرجات حرارة المحيط[5]. تحدث التغيرات في الانتشار عادة عبر عدة أجيال من الأنواع السمكية خلال نمو وتراجع التجمعات السمكية المحلية: فيبدل الاحترار معدلات النمو والبقاء أو التكاثر، للأفراد بحيث يدعم فرص بقاء الأنواع الأكثر تكيفًا مع الحرارة، ويقلل فرص الأنواع المتكيفة مع ظروف البرودة[5،6]. وهكذا، فإذا كانت كل العوامل الأخرى متماثلة ومستقرة، يتوقع أن يغير عامل الاحترار تركيب التجمعات السمكية بإقليم ما، بحيث يتم استبدال أنواع المياه الدافئة بأنواع المياه الباردة.




ROS DRINKWATER/ALAMY

**الشكل 1| سمك البوري في حراك.** أظهرت دراسة تشوينج وزملائه[5] أن تركيب مصائد السمك حول العالم تغيَّر منذ سبعينات القرن الماضي بتزايد درجات حرارة المياه، فمثلًا.. سمك البوري الأحمر ـ يظهر في الصورة بأحد أسواق السمك في البرتغال ـ يرتبط عادة بمياه البحر الأبيض المتوسط، لكنْ امتدت حركته مؤخرًا نحو بحر الشمال والمياه الساحلية النرويجية[11].

هناك اختلاف دقيق، لكن مهم في المياه الاستوائية، لأن هذه الأقاليم عادة هي أجزاء المحيطات الأكثر سخونة، ولا توجد أنواع تنتمي إلى مناخ أكثر سخونة. ويُتوقع من الاحترار الأولي، كما بأقاليم أخرى، أن يغير تركيب التجمعات لمصلحة الأنواع المتكيفة مع الحرارة. لكن لدى تراجع وجود أنواع سمك المياه الباردة، يتوقع أن يستقر تركيب التجمعات السمكية، نتيجة عدم وجود أنواع منافسة—من مياه أكثر حرارة—قادرة على الانتشار بهذه الأقاليم. وبالتالي سيبقى تركيب هذه التجمعات السمكية مستقرا حتى لو أصبحت هذه المناطق أكثر حرارة مما تتحمل التجمعات السمكية المتكيفة مع الاحترار، وتتراجع أعدادها أيضًا[5].

كان إثبات هذه الفرضيات—على نطاق واسع— إشكالية. فقياسات توزيع السمك عادة بناء على دراسات علمية تحتاج موارد كثيفة— كتقديرات قياسات السونار ومسوح شباك الصيد— وتقتصر معظم الأحيان على الدول المتقدمة. في المقابل، تتوفر إحصائيات حصيلة الصيد بكثرة ويتم جمعها روتينيًّا بدول الاقتصادات المتقدمة والنامية، لكن استخدامها يواجه خلافات كثيرة. (انظر مثلا تعليقا حديثا بدَوْريّة «نيتشر»[7]). ولا تعتبر في العادة ملائمة لمثل هذه الدراسات.

استخدم تشيونج وزملاؤه منهجية مبتكرة لتناول هذه المشكلة بتحليل المتوسط الحسابي لدرجات حرارة الحصيلة التي يتم صيدها. هذا المؤشر ملتبس التسمية لا يشير لدرجة حرارة السمك عند خروجه من المياه (كما يشير اسم المؤشر)، بل يوصّف تركيبة أنواع السمك التي يتم صيدها حسب «درجات الحرارة المفضلة» لدى الأنواع[8]. لكل نوع سمك بقاعدة بياناتهم، اشتق الباحثون درجات تفضيل حرارية مميزة وناتجة عن نماذج توزيع الأنواع. تم بعد ذلك، حساب متوسط حرارة السمك التي تم صيدها كمعدل وزن الحصيلة السمكية على هذه التدرجات من الحرارة المفضلة.

طبّق الباحثون هذه المنهجية الحسابية على كميات الصيد السنوية لحوالي 990 نوعًا من السمك من 52 نظامًا بيئيًّا بحريًّا كبيرًا بين 1970 و2006. وبعد احتساب العوامل المربكة التي يمكن أن تؤثر على النتائج، اكتشفوا ارتباطًا إيجابيًّا دالًّا بين التوجه الإقليمي لدرجات حرارة سطح المياه ومتوسط درجات حرارة صيد السمك. في المنظومات البيئية الاستوائية حدث احترار منتظم ومتواصل للمياه السطحية، لكن متوسط حرارة الصيد السمكي استقر بعد الزيادة الابتدائية بسبعينات القرن الماضي. تتكرر الأنماط عالميًّا مستقلةً عن أشكال التباينات المحيطية الأخرى وكثافة الصيد، وهي منسجمة مع الفرضيات المطروحة. المهم في الدراسة أن الاسلوب المستخدم لتحديد التفضيلات الحرارية للسمك في حساب متوسط حرارة صيد السمك لا تبدي تأثيرًا على النتائج.

تقدم هذه النتائج حجة قوية لدعم النظرية التي تقول بأن زيادة درجات حرارة المياه السطحية للمحيطات تؤدي لتغيير تشكيل الصيد بالعالم (الشكل 1). كذلك، تعكس النتائج حقيقة أن تشكيل حصيلة الصيد بالمناطق الاستوائية استقرت، أي أصبحت هذه الأقاليم بالفعل أكثر حرارة من قدرة كافة الأنواع السمكية على التحمل باستثناء أنواع المياه الأكثر حرارة.

مفتاح هذه المقاربة وما يميزها عن الدراسات الأخرى هي كيفية استخدام بيانات الصيد. يتم استخدام بيانات الصيد في العالم لتقييم حالة التجمعات السمكية (انظر مثلاً المرجعين 2 و9)، لكنّ تشيونج وزملاءه استخدموا البيانات لاستنباط تشكيل أنواع مصائد السمك، وكيف تغيرت عبر الزمن؛ وبالتالي ترتبط البيانات مباشرةً بالسؤال المطروح وليس كمقياس غير مباشر. وهكذا كثير من النقد الموجه للدراسات الأخرى المبنية على كميات الصيد لا تنطبق على هذه الحالة.

هناك إغراء قوي للإفراط في تأويل النتائج واستنتاج أن التجمعات البحرية الأساسية لمصائد السمك تغيرت أيضًا نتيجة الاحترار، بجانب تغير تشكيل أنواع سمك الصيد. لكن الباحثين يقاومون بشدة هذا الإغراء، رغم أنهم قدموا أدلة قد تشير إلى سلامة هذا الاستنتاج—على الأقل—بمنطقة واحدة هي بحر الشمال. لكن مصائد السمك تتأثر ايضا بعدة عمليات تتجاوز النطاق البيولوجي ومنها تفضيلات المستهلكين والتقدم التقني والسياسات الدولية وكلفة الوقود. بالتالي، كميات وأنواع الصيد لا تعكس دومًا وفرة القاعدة السمكية[7]. وينبغي فهم تأثير هذه العوامل على قياسات متوسط حرارة الصيد، قبل أي تعميمات حول تجمعات السمك الأساسية.

على أي حال، فتغيرات تركيبة غلة صيد السمك مدهشة، وسبب واضح للقلق، خاصة في البلاد الاستوائية. في هذه الأقاليم، تشير حقيقة وصول تشكيل الصيد الحالة النهائية له بالمياه الحارة إلى أن زيادة الاحترار قد يخفض حصيلة صيد السمك، إن لم يكن قد حصل ذلك فعلا. الدول المتاخمة للمياه الإستوائية هي الأكثر اعتمادًا على مصائد السمك كمصادر للعمل والإيرادات الخارجية والغذاء، والأقل قدرة على التكيف مع مثل هذه التغيرات[10]. فتغيرات تشكيل أنواع السمك بهذه المصائد والانخفاض المتوقع في إنتاجيتها يُرجّح أن يؤثر بمعادلة الأمن الغذائي والتنمية في هذه البلاد.

التغيرات التي وثقها تشيونج وزملاؤه عالمية بطبيعتها. وسيحتاج المستهلكون ومجتمعات الصيد إلى التكيف مع ظهور أنواع جديدة من السمك في شباكها وتضاؤل نسبة السمك التقليدي. ستكون هناك حاجة إلى موارد للمساعدة في التكيف، خاصة في البلاد الاستوائية. لقد وصل تأثير تغير المناخ إلى صائدي السمك وإلى موائد العشاء بمنازلنا. والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هو: كيف يجب أن نستجيب؟ ■

**مارك ر. بين** يعمل بمركز الحياة البحرية، المعهد القومي للموارد المائية (DTU Aqua)، جامعة الدنمارك التقنية، تشارلوتُنلند.
البريد الإلكتروني: mpa@aqua.dtu.dk

1. Gruber, N. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A.* **369,** 1980–1996 (2011).
2. Worm, B. *et al. Science* **325,** 578–585 (2009).
3. Cheung, W. W. L., Watson, R. & Pauly, D. *Nature* **497,** 365–368 (2013).
4. IPCC. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* 976 (Cambridge Univ. Press, 2007).
5. Sunday, J. M., Bates, A. E. & Dulvy, N. K. *Nature Clim. Change* **2,** 686–690 (2012).
6. Drinkwater, K. F. *et al. J. Mar. Syst.* **79,** 374–388 (2010).
7. Pauly, D., Hilborn, R. & Branch, T. A. *Nature* **494,** 303–306 (2013).
8. Collie, J. S., Wood, A. D. & Jeffries, H. P. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **65,** 1352–1365 (2008).
9. Costello, C. *et al. Science* **338,** 517–520 (2012).
10. Allison, E. H. *et al. Fish Fish.* **10,** 173–196 (2009).
11. Beare, D., Burns, F., Jones, E., Peach, K. & Reid, D. *J. Sea Res.* **53,** 205–212 (2005).

علم الأعصاب الإدراكي

# الزمــان، والمكــان، والذاكــرة

**تحتوى منطقة الحصين بالدماغ علي «خلايا المكان»، التي تُرمز موقعًا محددًا للحيوان. واكتشاف أن عصبونات الحصين قد تستجيب أيضًا لعامل الزمان قد يتيح معلومات حول ترميز الذكريات العرضية.**

**جيورجي بوزاكي**

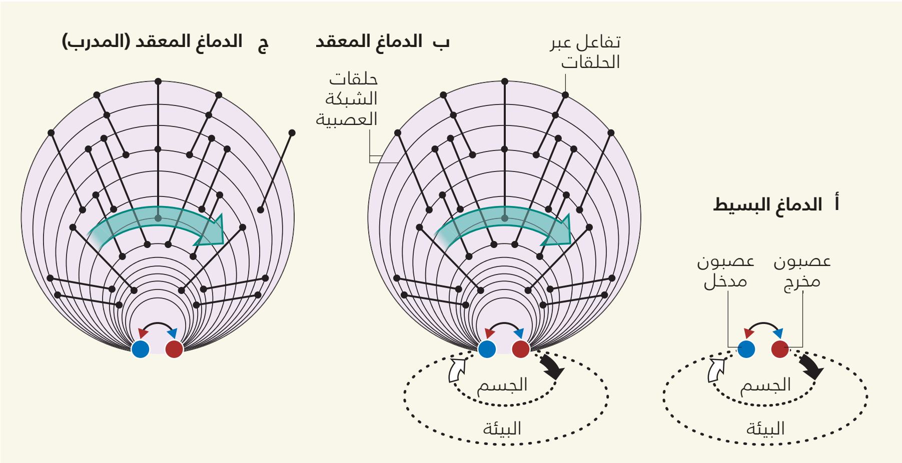
جعل الفيلسوف إيمانويل كانط حياة علماء الأعصاب عسيرة بطرحه للمعضلة التالية: هل يتمثّل الدماغُ الزمانَ والمكانَ ـ باعتبارهما كيانين حقيقيين ـ أم أنه ينتج الزمان والمكان ويفرضهما كمقولتين على العالم الذي نتفاعل معه؟ هناك إشكالية أكثر إملالاً، لكنها مهمة وعملية، حول إنْ كانت هناك آلية مخصصة لحفظ الوقت في الدماغ، تماثل ساعة الحاسوب، أم لا. لقد ظلت منطقة الحصين بالدماغ فترة طويلة يُشتبه في أنها تمثل «مساحة كانط Kantine space»[1]، لكن في دراستهم المنشورة مؤخرًا بدورية «نيورون»[2]، تناول كروس وزملاؤه معضلة الوقت بوصف «الخلايا الزمنية»، لكن أين تظنونها؟ في الحصين. ستكون الآثار المحتملة لهذه الاكتشافات بعيدة المدى.

قام الباحثون بتدريب فئران ظمآنة على الركض على "جهاز الركض" لعشرات الثواني مقابل مكافأة من الماء، بينما يقومون بتسجيل نشاط مجموعات خلايا هرمية بحصينات أدمغتها. كان الهدف تمييز العصبونات التي «تتتبع» الوقت المنقضي عن التي تتتبع المسافة المجتازة على جهاز الركض. المسافة، بالطبع، محصلة بسيطة لوقت وسرعة الركض، لكن الباحثين تلاعبوا بالمتغيرات الثلاثة ـ بتغيير سرعة جهاز الركض من اختبار إلى آخر ـ مع دفع الفئران للركض مسافة ثابتة، أو زمنًا ثابتًا لأيام متناوبة.

كان نشاط أعضاء مجموعة خلايا الحصين—التي سجل لها نشاطها كراوس وزملاؤه— وقتيًا عابرًا ومتعاقبًا، لكي تكون مدة الركض بأكملها ممثلة بالتساوي بواسطة النشاط العصبي ضمن هذا التجمع من الخلايا. باستخدام أساليب النماذج الإحصائية والحسابية المثالية، قيّم الباحثون إسهام أثر كل من الوقت المنقضي والمسافة المجتازة في أنماط النشاط لكل عصبون مسجل نشاطه.

في موافقة لدراسات سابقة[3،4]، استجابت معظم الخلايا المسجل نشاطها لمزيج متلازم من الوقت والمسافة، غير أن أقلية من الخلايا (لا تزال أعضاء بالتوزيع الواسع لبعد الزمن والمسافة) كانت بشكل رئيس تحت سيطرة عامل الوقت المنقضي على جهاز الركض، بينما ارتبط نشاط جزء صغير مماثل من الخلايا بعامل المسافة بشكل متميز. أقرّ كروس وزملاؤه بـ«استحالة فصل الوقت عن المسافة بشكل كامل». برغم ذلك، فسروا تلك النتائج لصالح آلية مخصصة تقوم فيها هذه المجموعة الصغيرة من «الخلايا الزمنية» بتتبع مسار الوقت. تتباين هذه الآلية عن تلك المسؤولة عن تكامل المسار،


تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية




**الشكل 1 | تجمعات خلوية خارجية الدفع، وأخرى ذاتية التنظيم تتتبّع الوقت. أ**، أدمغة بسيطة تطوريًّا، تحوي شبكات عصبية بسيطة. تنشِط المدخلاتُ الحسية من الجسم والبيئة عصبونات المدخلات، التي تتفاعل مع عصبونات المخرجات لإنشاء ردود أفعال انعكاسية مناسبة في نافذة زمن قصيرة. **ب**، في الأدمغة الأكثر تعقيدًا، تقوم حلقات عديدة متفاعلة ذات أطوال متزايدة بتحسين التنبؤ بأحداث أكثر تفصيلًا تحدث في مقاييس زمنية أطول. **ج**، بعد تدريب مكثف، تستطيع الحلقات الحفاظ على متتابعات عصبية طويلة الأمد، ذاتية التنظيم، دون اعتماد على منبهات خارجية؛ وبالتالي، يمكنها دعم عمليات إدراكية، كالذاكرة، والتخطيط، والتخيُّل. ويرتبط اضطراد العمليات العصبية بالوقت المنقضي (الأسهم الخضراء)، بغض النظر عما إذا كانت العمليات مدفوعة خارجيًّا، أو داخليًّا.

حيث تتكامل المسافات والاتجاهات التي يسلكها الحيوان بمساعدة تجمعات assemblies الخلايا المتطوّرة.

نشاط الخلايا الزمنية وتكامل المسار أثناء الإبحار ليسا سوى جزء من قصة الحصين. فهذه البنية التشريحية تمثل أيضا «محرك البحث» المقيم، الذي يتيح لنا الإبحار في «فضاء العقل» عند استحضار ذكريات أو التخطيط لأفعال مقبلة5. يرى كروس وزملاؤه أن الخلايا الزمنية التي تعرفوا عليها تمثل قطعة رئيسة مفقودة من الذاكرة العرَضية—طويلة الأمد—التي تمكننا من تذكر أحداث وخبرات محددة، لأن مثل هذه الذكريات تندرج في سياق مكاني زماني. ولتدقيق هذا التفسير، من المفيد النظر في عمليات الدماغ بسياق أوسع.

إنّ العقول أجهزة تنبؤية تثبت حقيقة أنّ التواتر صفة أساسية للعالم من حولنا. الخبرة والذاكرة تتيحان استحضار مواقف متماثلة واتخاذ إجراءات سابقة الفعالية. في الدوائر العصبية البسيطة، كالتي لدى اللافقاريات، يمكن لإشارات من البيئة أو الجسم إطلاق استجابات مناسبة (مكتسبة بالتعلم) ضمن نافذة زمنية قصيرة نسبيًّا (الشكل 1). مع تزايد التعقّد العضوي، تتم إضافة حلقات متزايدة من الشبكات العصبية إلى الدائرة الأساسية لتحسين التنبؤ بالأحداث الأكثر تعقيدًا والأحداث ذات الانفصال الزمني الأطول بين إشارات المدخلات والاستجابات. بعد تدريب كاف، تستطيع الحلقات الطويلة للأدمغة الأكبر الاستغناء عن الاعتماد على منبهات خارجية بمعالجة احتمالات الأحداث الخارجية ونتائجها الراجحة داخليا. فض الاشتباك هذا شرط ضروري لعملية الإدراك[6].

وبالعودة إلى نتائج كروس وزملائه، نجدها تلمح إلى أن اضطراد المعرفة العصبية داخل تجمعات الخلايا في الحصين أثناء الإبحار المكاني يمكن السيطرة عليه بواسطة منبهات بيئية أو بدنية (لتكامل المسار)، وبواسطة آلية لتتبع الوقت. وبدلاً من ذلك.. فمتتابعات نشاط تجمعات الخلايا الخاصة بواقعة محددة يمكن أن تتدفق قُدمًا، نتيجة التنظيم الذاتي في غياب منبهات خارجية متغيرة تتقدم دائمًا بامتداد مسار الأحداث الأعلى حتمالاً[3]. هذا المنظور الأخير يشير إلى أن التميز النوعي بين أسباب النشاط العصبي المتتابع يمتد مع مدى التبعيّة لمنبهات خارجية في مقابل التنظيم الذاتي الداخلي، عوضًا عن الارتباط بالوقت أو المسافة.

الأدمغة، كالساعات، لا تنتج الوقت في حد ذاتها. لذا.. برغم إدراكنا لانفصال الزمان والمكان، قد لا يولّد الدماغ أشياء كهذه. وبدلاً من ذلك، قد يحدد تفاوت قوة الاتصال المشبكي بين العصبونات ببساطة اتجاه تدفق النشاط عبر العصبونات تحت جميع الظروف. يمثّل تدفق النشاط زمنيًا إطارًا لاستدعاء آلاف الذكريات العرَضية، أو لتصور عدة نتائج محتمَلة للأفعال. متتابعات التجمعات العصبية المتطورة التي تدعم هذه العمليات الإدراكية قد تنشِط جميع عصبونات الحصين عند نقطة معينة، بما في ذلك عصبونات قد تظهر أحيانًا بهيئة خلايا لـ«تتبع الوقت فقط».

تستطيع عدة مناطق بالدماغ أن تولد نشاطًا متتابعًا منتظمًا بإيقاع احتياجاتها الخاصة[3،7-9]، ومتراوحًا من مقياس زمني دون الثانية—في خدمة الإدراك والتحكم الحركي—إلى مقاييس زمنية أطول كثيرًا بالذاكرة والتخطيط والتخيُّل. تتقدم هذه العمليات بامتداد خط زمني، لكنها لا تحتاج خلايا زمنية معينّة خصيصًا. وما لا يمكن إنكاره أن الأسئلة التي تناولها كراوس وزملاؤه هي بين أكثر الأسئلة تعقيدًا في العلوم، ويستحق الباحثون الإشادة؛ لمعالجتهم مشكلة صعبة عند التقاء الفلسفة بعلم الأعصاب. وكما هو الحال دائمًا مع الممارسة العلمية الجيدة، تثير نتائجهم عدة تساؤلات، كالتي حاولوا الإجابة عنها.. تناولتُ القليلَ منها فقط، وأترك الباقي لدارسي كانط. ■

**جيورجي بوزاكي** يعمل بمعهد علم الأعصاب، مركز لانجون الطبي، جامعة نيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: gyorgy.buzsaki@nyumc.org

1. O'Keefe, J. & Nadel, L. *The Hippocampus as a Cognitive Map* (Oxford Univ. Press, 1978).
2. Kraus, B. J., Robinson, R. J. II, White, J. A., Eichenbaum, H. & Hasselmo, M. E. *Neuron* http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2013.04.015 (2013).
3. Pastalkova, E., Itskov, V., Amarasingham, A. & Buzsáki, G. *Science* **321,** 1322–1327 (2008).
4. Itskov, V., Curto, C., Pastalkova, E. & Buzsáki, G. *J. Neurosci.* **31,** 2828–2834 (2011).
5. Tulving, E., Donaldson, W. & Bower, G. H. (eds) *Organization of Memory* (Academic, 1972).
6. Buzsáki, G. *Rhythms of the Brain* (Oxford Univ. Press, 2006).
7. Mauk, M. D. & Buonomano, D. V. *Annu. Rev. Neurosci.* **27,** 307–340 (2004).
8. Fujisawa, S., Amarasingham, A., Harrison, M. T. & Buzsáki, G. *Nature Neurosci.* **11,** 823–833 (2008).
9. Harvey, C. D., Coen, P. & Tank, D. W. *Nature* **484,** 62–68 (2012).

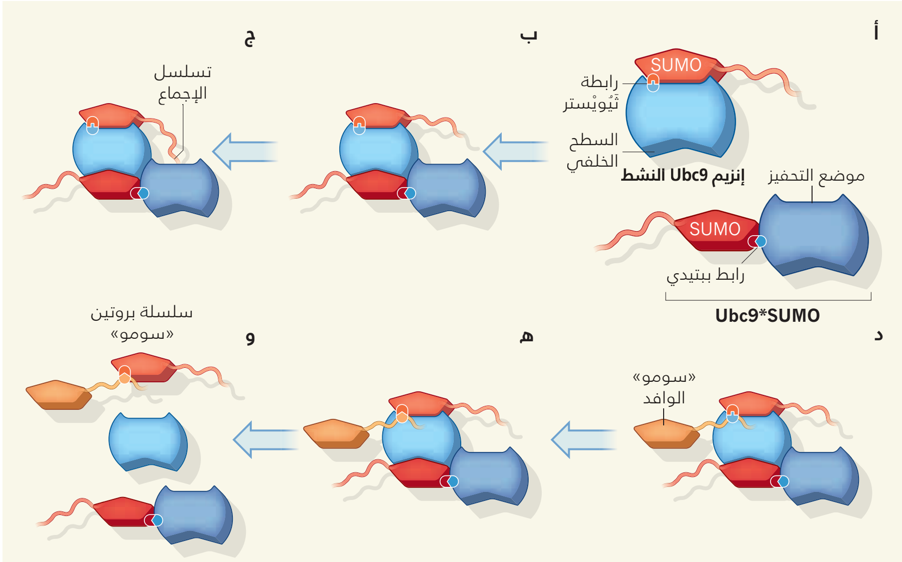
الكيمياء الحيويّة

# مشهد خلفيّ لإنزيم

**يتوسط إنزيم Ubc9 عمليّة إلحاق بروتين معدِل صغير يُسمّى المعدِل الصغير شبيه اليوبيكويتين «سومو» SUMO بالبروتينات المستهدفة. وظهر أنّه لأداء وظيفته بشكل أمثل—وللحصول على انقسام خلوي ميوزي ملائم—ينبغي أن يخضع إنزيم Ubc9 نفسه للتعديل بواسطة بروتين «سومو».**

يمكن للتعديل الكيميائي أن يغيّر مصير البروتين وسلوكه. وإحدى صور التعديل هي «السوملة» SUMOylation—أي إضافة بروتين «سومو» الصغير المعدّل شبيه اليوبيكويتين (SUMO)—حيث يتضمن ذلك ارتباطًا إسهاميًّا بين بروتين «سومو» الصغير والبروتينات المُستهدفة. يمكن للبروتينات المعدلة بـ«السوملة» أن تحمل جزيئات منفردة أو سلاسل من بروتين «سومو» مع كل تعديل، مما يؤدّي إلى مصير مختلف. وإضافة سلاسل «سومو» عبر عمليّة «سوملة» متعددة تؤشر عادةً على البروتين المستهدف بتوسيم أكثر بسلاسل يوبيكويتين البروتين المتصل بـ«سومو»، ومن ثمّ خضوعه لعمليّة التحلّل[1]. كان كلوج وزملاؤه[2] قد أظهروا—في دراستهم المنشورة بدورية «الخلية الجزيئية» Molecular Cell— أن «السوملة» المتعددة المعزَزَة ضرورية لانقسام الخلايا الميوزي. كذلك يصف الباحثون كيف ترجح كفة الميزان بين إضافة جزيء «سومو» واحد، وإضافة سلسلة منه.

تشتمل عمليّة ارتباط بروتين «سومو» ببروتينات أخرى على فعل متتابع من إنزيمي E1، وE21. يتقيد إنزيم E1 (Aos1/Uba2) إلى بروتين «سومو» وينشطه، قبل إقامة رابطة الثَّيُويْستر بين بروتين «سومو» وإنزيم (Ubc9) E2. بدوره، يحفز الأخير تكوين رباط ببتيدي مستقر بين طرف الكاربوكسي ببروتين «سومو» وبقايا الحمض الأميني الليسين




**الشكل 1| صياغة رابط في سلسلة بروتين «سومو». أ،** إلحاق طرف الكاربوكسي لبروتين «سومو»— بالموضع التحفيزي لإنزيم Ubc9 عبر رابطة ثَيُويستر— يحفز النشاط الإنزيمي لإنزيم Ubc9. في المقابل، ارتباط بروتين «سومو» قرب الطرف الكربوني لإنزيم Ubc9 عبر رابط ببتيدي (Ubc9*SUMO) يعطل نشاط الإنزيمي. وجد كلوج وزملاؤه أنّ مركّب Ubc9*SUMO يعزّز تكوين السلسلة عبر العمل كسقّالة. يتقيد شطر «سومو» في Ubc9*SUMO إلى الجانب الخلفي لإنزيم Ubc9 النشط **ب،** ثم يتعرف الموضع التحفيزي بمركّب Ubc9*SUMO على «تسلسل الإجماع» بالطرف الأميني لبروتين «سومو» الملتحق بإنزيم Ubc9 النشط، واضعًا هذا الـ«سومو» في الشكل الأمثل لنقله لبروتين مستهدف **ج،** يتعرف إنزيم Ubc9 النشط على بروتين «سومو» الوافد. **د،** ويحفز تكوين رابط ببتيدي بين بروتين «سومو» المرتبط بالثَّيُويستر وليسين الطرف الأميني لبروتين «سومو» الوافد **هـ،** يلي ذلك إطلاق السلسلة **و.**

في البروتين المستهدف. هذه الخطوة ينخرط فيها كثيرًا إنزيم رابط ثالث هو: E3 ligase.

تكون الأحماض الأمينيّة الملاصقة لحمض الليسين المستهدف القابل للبروتينات مهمة غالبًا لنشاط إنزيم Ubc9، خاصّة عندما لا تنخرط إنزيمات E3 بالعمل. في الحقيقة، تحتوي بروتينات مستهدفة عديدة على تسلسل «إجماع» يستخدم تفضيليًا في عمليّة «السوملة» في هذا الموقف. هناك تسلسلات إجماع عديدة بنطاق الطرف الأميني المرن لبروتين «سومو» الموجود في فطر خميرة الخباز الناشئة، وتعمل الليسينات ـ جزيئات حمض الليسين ـ فيها كمواضع أساسيّة لبناء سلاسل «سومو»[3].

وجد كلوج وزملاؤه بشكل لافت أنّ نشاط إنزيم Ubc9 بخميرة الخباز محكوم بالـ«سوملة» الّتي يجريها الإنزيم لنفسه. وقد أظهرت أبحاث سابقة[4،5] أنّ إنزيم Ubc9 في الخميرة يُمكن «سوملته» بموضعين من بقايا جزيئات الليسين قرب طرفه الكاربوكسي، وأظهرت أنّ هذه التعديلات تنظم سلبًا قدرة إنزيم Ubc9 على إلحاق بروتين «سومو» بالبروتينات المستهدفة. تُظهر دراسة كلوج وزملائه أنّه رغم بقاء ذلك الإنزيم المحمّل ببروتين «سومو»—(Ubc9*SUMO)—غير نشط تحفيزيًا كإنزيم من فئة E2، لكنه ما زال يعزز عمليّة «السوملة» المتعدّدة. وهذا قد يبدو متناقضًا لأول وهلة، لكنّ كلوج وزملاءه أظهروا أنّ السوملة المتعدّدة المعزّزة تعكس قدرة إنزيم Ubc9 المحمّل ببروتين سومو—(Ubc9* SUMO)—على العمل كسقالة أو حامل (الشكل 1).

وقد أظهرت دراسة سابقة[6] قدرة إنزيم Ubc9 على إجراء تفاعل غير تساهمي مع بروتين «سومو» في سطح يختلف حيزيًا ووظيفيًا عن موضعه التحفيزي. يُذكر أنّ هذا السطح الخلفي ينبغي أن يظل سليمًا ليستخدمه إنزيم Ubc9 في توسط «السوملة» المتعددة بكفاءة. أظهر كلوج وزملاؤه أنّه في التفاعل بين إنزيم Ubc9 وبروتين «سومو»—(Ubc9*SUMO)—يتقيد جزء من جزيء بروتين «سومو» إلى السطح الخلفي لإنزيم Ubc9 نشط (يُسمّيه الباحثون الجانب الخلفي)، والذي هو مرتبط بدوره بجزيء «سومو» آخر عبر رابطة ثَيُويستر. في الوقت ذاته، يتقيد الموضع التحفيزي لجزيء Ubc9*SUMO إلى موتيفات التسلسل المحفوظة consensus motifs—التي تظهر البقايا المحفوظة والبقايا المتغيرة—في جزيء بروتين «سومو» المرتبط برابطة الثَّيُويستر، ليضعها في شكل أمثل لتكوين رابط ببتيدي مع جزيء «سومو» التالي، حيث يُستقطب الأخير بواسطة إنزيم Ubc9 النشط تحفيزيًا.

تشارك هذه الآلية المعقدة في بعض الخصائص مع آليات نُشرت سابقًا، حيث لا تؤدي بروتينات إنزيم E2 والبروتينات الشبيهة بإنزيمات E2 وظيفة الإنزيم بل وظيفة السقالة الحاملة أثناء عمليّة الالتحاق ببروتينات مستهدفة. فمثلاً، يتجمّع نمط واحد من سلسلة اليوبيكويتين بواسطة إنزيم E2 بصحبة بروتين إضافي غير نشط شبيه بإنزيم E17. يتقيد البروتين الإضافي إلى اليوبيكويتين القادم لتتمكن بقايا الليسين الملائمة لهذا اليوبيكويتين من التوجّه (التموضع) الصحيح بالنسبة لموضع التحفيز بإنزيم E2 النشط، مما يضمن استخدام هذا الليسين لتكوين رابط السلسلة التالي.

كذلك، يُكوّن إنزيم Ubc9 في الثدييات مركّبًا مستقرًّا للغاية مع بروتين RanBP2 —أحد بروتينات المسام النوويّة[8]. يعمل هذا المركّب كإنزيم E3 مركّب: يؤدي إنزيم Ubc9 المقيد إلى بروتين RanBP2 دورًا هيكليًّا، مُحفزًا مع إنزيم Ubc9 ثان تكوين رابط ببتيدي بين «سومو» والبروتين المستهدف. ومن المثير للاهتمام أنّ السطح الخلفي لإنزيم Ubc9—المقيد بثبات إلى بروتين RanBP2—لا يبدو معرّضًا (مكشوفًا)، وبهذا فإنّ توجُّه جزيئيّ إنزيم Ubc9 المرتبطين ببروتين RanBP2 قد يختلف عن ترتيب جزيئات إنزيم Ubc9 المزدوجة التي وصفها كلوج وزملاؤه. وتشير هذه الآليّات إجمالاً إلى أنّ إنزيمات E2 يُمكن تكييفها للقيام بتنويعة من الأدوار الهيكليّة في مسارات الالتحاق، كما تلمح لإمكان اكتشاف تفاوتات واختلافات كثيرة أخرى.

نظر كلوج وزملاؤه كذلك في أهميّة «سوملة» إنزيم Ubc9 أثناء الانقسام الميوزي—عمليّة تنقسم بها الخلايا الأبويّة المحتوية على مجموعتي كروموزومات (بنهاية المطاف) إلى أربعة خلايا وليدة متماثلة تحتوي كل منها مجموعة كروموزومات واحدة. خلايا الخميرة المحتوية على إنزيم Ubc9 متحور—بحيث لا يمكن سوملته—أخفقت في تكوين المركّب المشبكي الخيطي، وهو هيكل ميوزي يعزز التبادل الجيني بين أزواج الكروموزومات وعزل الكروموزومات الصحيح لتصل إلى الخلايا الوليدة. في الخلايا المتحورة، أظهرت مكوّنات المركّب المشبكي الخيطي الفرادى تركيزات متبدلة واندماجًا معيبًا في المُركّب. وقد بُنيت هذه النتائج على أخرى سبقتها[9]؛ للإشارة إلى أنّ تكوين سلاسل بروتين «سومو» ضروري، لكي يؤدي المركّب المشبكي الخيطي وظيفته، رغم أنّ تفاصيل عديدة لعيوب الانقسام الميوزي مازالت غير واضحةً.

نفس الخلايا— ذات إنزيم Ubc9 المتحور—نمت طبيعيًا تحت كل الظروف عدا ظروف الانقسام الميوزي التي اختبرها كلوج وزملاؤه، ولم تُظهر حساسية زائدة لظروف الإجهاد. وهذا قد يعني أنّ النمو الطبيعي والاستجابات للإجهاد لا يتطلبان مستويات «سوملة» متعدّدة مرتفعة كارتفاع تلك المستويات اللازمة للانقسام الميوزي، أو أنّ آليات أُخرى للـ«سوملة» المتعدّدة يُمكن استدعاؤها وهي تكفي خارج الانقسام الميوزي. لاحظ الباحثون أنّ نوع إنزيم Ubc9 البري تزداد «سوملته» أثناء عمليّة الانقسام الميوزي، وسيكون مثيرًا للاهتمام اكتشاف كيفيّة إطلاق السوملة الذاتية المتعدّدة لتعزيز «السوملة» المتعددة في المستهدفات اللاحقة.

إنزيم Ubc9 هوإنزيم E2 الوحيد في مسار بروتين «سومو»، مما يُمكّنه من العمل كنقطة تنظيم رئيسة تحت ظروف تذبذب نمط «السوملة» الإجمالي خلال الاستجابةً لظروف خلويّة متفاوتة[10،11]. ورغم أنّ تداعيات مختلفة للـ«سوملة» الذاتية في نطاقات مختلفة من إنزيم Ubc9 الثديي قد تمّ وصفها[5]، سيكون مفيدًا معرفة ما إذا كانت آلية كلوج وزملائه تسري أيضًا على الخلايا البشريّة، أم لا. وعمومًا، يشير عمل الباحثين إلى أنّ هناك الكثير لنتعلمه حول التنظيم الاسترجاعي لمسار بروتين «سومو» عبر «السوملة»، والظروف الكثيرة الّتي تُسهم فيها هذه الآليّات في الوظائف الخلويّة. ■

**ماري داسو** تعمل ببرنامج التنظيم الخلوي والأيض، بالمعهد القومي لصحّة الطفل والتنمية البشريّة. بثيسدا، ميريلاند، الولايات المتّحدة.
البريد الإلكتروني: dassom@mail.nih.gov

1. Gareau, J. R. & Lima, C. D. *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* **11,** 861–871 (2010).
2. Klug, H. *et al. Mol. Cell* http://dx.doi.org/10.1016/j.molcel.2013.03.027 (2013).
3. Bylebyl, G. R., Belichenko, I. & Johnson, E. S. *J. Biol. Chem.* **278,** 44113–44120 (2003).
4. Ho, C.-W., Chen, H.-T. & Hwang, J. *J. Biol. Chem.* **286,** 21826–21834 (2011).
5. Knipscheer, P. *et al. Mol. Cell* **31,** 371–382 (2008).
6. Knipscheer, P., van Dijk, W. J., Olsen, J. V., Mann, M. & Sixma, T. K. *EMBO J.* **26,** 2797–2807 (2007).
7. Eddins, M. J., Carlile, C. M., Gomez, K. M., Pickart, C. M. & Wolberger, C. *Nature Struct. Mol. Biol.* **13,** 915–920 (2006).
8. Werner, A., Flotho, A. & Melchior, F. *Mol. Cell* **46,** 287–298 (2012).
9. Watts, F. Z. & Hoffmann, E. *BioEssays* **33,** 529–537 (2011).
10. Hsieh, Y.-L. *et al. EMBO J.* **32,** 791–804 (2013).
11. Kelley, J. B. *et al. Mol. Cell. Biol.* **31,** 3378–3395 (2011).



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيروس الضّنك

# مُضيفـــان.. وبِنْيَتـــان

**تكون بنية فيروس حُمّى الضَّنك (الدِّنْج) بالغةَ الترتيب والنظام حين يُستنبت بخلايا البعوض عند درجة حرارة 28 مئوية. وهنا يشير اكتشاف تمدد الفيروس ليصبح أقل ترتيبًا ونظامًا ـ عند درجة حرارة 37 مئوية ـ إلى أن جهاز المناعة البشري لا يدرك وجوده على نحو ما كان يُعتقد سابقًا.**

**فيليكس أ. ريه**

تتسبَّب 4 فيروسات من نوع الفيروس المُصَفّر أو الفيروسات الفلاڤية flavivirus، التي تتنقل للإنسان بواسطة البعوض المصاب بعدوى فيروسات الضّنك[1]. تفرض عدوى فيروسات الضّنك Dengue virus عبئاً هائلاً؛ إذ يصاب نحو 5.5% من سكان العالم بالعدوى سنويًّا، وتظهر أعراض المرض على واحدة بين كل أربع إصابات بالعدوى[2]. لكن برغم تأثيره السلبي الواضح، لا يوجد اليوم علاج فعّال ضد هذه الفيروسات[3]، ولا لُقاح مرخص[4]. في دراستين نشرتا بدورية علم الفيروسات، وفي وقائع أكاديمية العلوم الوطنية الأمريكية، على التوالي، كتب فيبريانسا وزملاؤه[5]، وچانج وزملاؤه[6]، أنّ جُسيْمات فيروس الضّنك لدى تعرّضها لدرجة حرارة تفوق 34 مئوية ـ كدرجة حرارة جسم الإنسان ـ تُبدي تنظيمًا لسطح البروتينات السكرية glycoproteins مختلفًا عن ذلك الذي تُبديه في درجات حرارة أقل، كدرجة حرارة البعوض. وسيكون لهذه المعلومات تداعيات مهمّة بالنسبة إلى فهم كيف تتمثّل جُسَيْمات الفيروس لجهاز المناعة البشري، وكيفية استخدام هذه المعلومات لتطوير لُقاح فعال.

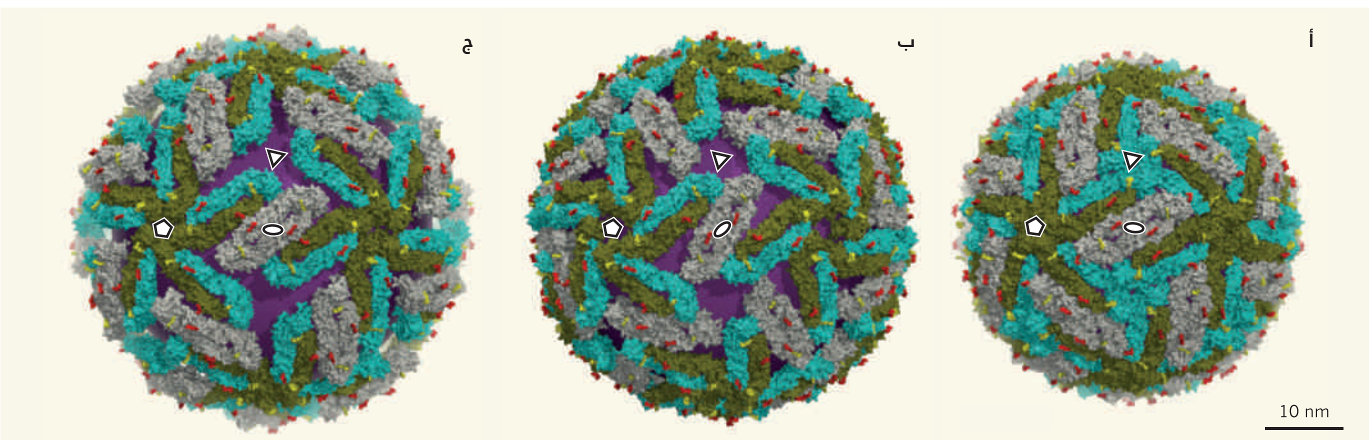
تتبع صعوبة تطوير لقاح لفيروس حُمّى الضنك من التَّفاعل بين أنواع الفيروس الأربعة (وتسمى أنماط الفيروس المصليّة serotypes) التي تُسبب العدوى بفيروس الضنك. تستحث العدوى بأيٍّ من هذه الفيروسات مناعة ضد نمطه المصلي مدى الحياة. ورغم أن بعض الأجسام المُضادة التي تُستحثّ خلال هذه الاستجابة المناعية متصالبة التَّفاعُل cross-reactive وبإمكانها إبطال فاعليّة الأنماط المَصْليّة الأخرى إلى درجةٍ ما، إلّا أنّها لا تتواسط بتوفير حماية مُتصالبة cross-protection مديدة. كذلك، أظهرت الدّراسات على الحيوانات أنَّه يمكن للأجسام المُضادة مُتصالبة التّفاعل أن تعزز بالفعل عدوى لاحقة بنمط مصلي آخر[7]، يُعتقد أنّه يسهم في نشوء أشكال حادّة من مرض حمى الضّنك، شوهدت لدى البشر[8].

في هذا السِّياق، يتضح أنَّ لقاح الحماية المتزامنة من الأنماط المصليّة الأربعة وحده، سيكون ناجحًا. رغم أنَّ هناك لقاح مرشّح واحِد— يتكون من أربعة لقاحات يستهدف كلٌّ منها نمطاً مصليًا معيّنًا--أظهر خلال دراسة تجريبية واسعة[7] أنّه آمِن ويصبغ بعض الحماية من الأنماط المصليّة 1 و3 و4، لكنّه لم يوفر حماية من فيروس النّمط المصلي 2، رغم استحثاثه لإنتاج أجسام مضادة مُبطلة لفاعلية الأنماط المصليّة الأربعة[9]. تُبرز هذه النتائج أهميّة فهم الآليات الفعلية لإبطال فعالية الفيروس بواسطة الأجسام المُضادة وارتباطها بالحماية من المرض.

المستضد ـ منتج الأجسام المضادة ـ الرئيس المُستهدف في عملية إبطال فاعلية فيروسات الضّنك هو بروتين سكري يسمى بروتينE، يوجد كمَثْنَويات (دَيْمرات) بروتينية على سطح الفيروس. وهو اللاعب الرئيس خلال الاقتحام الفيروسي للخلية: فهو مسؤول عن تقييد المُستقبِل واستحثاث دمج غشائيّ الفيروس والخلية لإطلاق الحمض النّووي الريبي الفيروسي إلى داخل السيتوبلازم. يحتوي بروتينE على عروة (أنشوطة) اندماج تدخل في غشاء عُضَيّات خلويّة تُسمى «الدُخْلول» endosomes—أي الجُسيمات الداخلية؛ في جُسَيْم الفيروس الناضج، تكون هذه العروة مخفيّة في السطح البيني لمَثنويات (دَيْمرات) بروتينE. تقييد المُستقبل على سطح الخلية يؤدي لإمتصاصها إلى داخل الدُخلول، حيث يطلق الوسط الحامضي تفكك مثنويات بروتين E وانكشاف عُروة الإندماج، وهذا يكون مصحوبًا بتغير ترتيبات بنيوية مهمّة. الأجسام المضادة لبروتينE تستطيع بالتالي اعتراض العدوى بالتدخل في تقييد المستقبل أو في التغير التكيفي.

بيد أنّ الصورة تتعقد أكثر بوجود بروتين سكري فيروسي آخر، هو prM، الذي يقترن ببروتينE خلال التخليق الفيروسي. ورغم انشقاق بروتينprM خلال النّضوج الفيروسي، إلّا أنَّه يوجد بكمية ملموسة في جُسيمات فيروس الضّنك المنتشرة بجسم المُضيف المُصاب بالعدوى، وهو يستحث إنتاج أجسام مضادّة غير مبطلة لفعالية الفيروس، ويُسهم في تعزيز العدوى بوساطة الأجسام المُضادة[10]. تُبرز هذه المُلاحظة التّعقيد المُحيط بتصميم لقاح يُتيح إنتاج أجسام مُضادة واقية مديدة، مع تجنّب حالة ما بعد التّطعيم، وإمكانية تعزيز المناعة. من الناحية البنيوية، تُؤكد هذه المُلاحظة أهميّة الحاجة إلى فهم المواقع ذات الأهمية في الفيروس—حواتِم المُستضد (antigenic epitopes)—المُستهْدَفَة بواسطة الأجسام المضادة المانحة للوقاية.

وقد أُجْريَت دراسات سابقة—بواسطة مجهر الإلكترون[11،12]—على فيروس الضّنك حيث تمّ إنتاجه في خلايا البعوض المزروعة عند درجة حرارة 28 مئوية، فكشفت عن وجود 90 دَيْمرًا من مثنويات بروتينE، مُتراصّة على سطح الجُسيم لتشكّل صدفة إيكوزاهيدراليّة—متعددة السطوح لها 20 وجهًا مثلثًا و30 حافةً و12 رأسًا— (الشكل 1أ). توسعت هذه الدراسات مؤخّرًا[13] نحو استبانة شبه ذرية (بدقة 3.5 أنجستروم) وكشفت هذه الدّراسة أن مثنويات بروتينE تُشكّل شبكة سطحية إيكوزاهيدراليّة جاسئة عبر حدوث تفاعلات جانبية. تظهر الدراستان الجديدتان[5،6] أنّ جُسَيْمات الفيروس تتمدّد عند درجة حرارة 34 مئوية فـأكثر، وهذا يكشف بقع الغشاء الفيروسي (الشكل 1ب، ج). ستكون لهذا الاكتشاف تداعيات على فهم أيّ الحواتِم مكشوفة لجهاز المناعة البشري. كما أنّ انكشاف الغشاء متسق مع ملاحظة أن




**الشكل 1 | بنى فيروس الضّنك متضامة ومتمددة. أ،** عند درجة حرارة 28 مئوية، جُسَيْمات فيروس الضّنك الناضجة لها تماثل إيكوزاهيدرالي وتتكوّن من 90 دَيْمرًا (مثنويًّا) من بروتين E السكري السطحي. المحاور الإيكوزاهيدراليّة للجُسَيْمات ممثلة برموز: ثنائي الطّيّات، القطع الناقص؛ ثلاثي الطيّات، مُثلث؛ وخماسي الطيّات، خُماسي. يقع 30 مثنويًّا على محور الإكوزاهيدرال ثنائي الطيّات (رمادي) ويقع 60 مثنويًّا بمواضع عامّة ليست على محور تماثل الجُسيم (تظهر هنا كبروتينE واحد بالأخضر، وآخر بالأزرق السماوي). يشير اللونان الأحمر والأصفر إلى سلسلتي الجلايكان المترابطتين بكل واحد من بروتيناتE. **ب، ج،** چانج وزُملاؤه[6] (ب) وفيبريانسا وزملاؤه[5] (ج) أظهروا أنّ الجُسيمات تتخذ شكلاً مُتمددًا عند درجة حرارة 34 مئوية فأكثر، وعندها لا تتصاع للتماثل الإيكوزاهيدرالي. تتضح هنا سمة بارزة، هي فتحة واسعة في المحاور ثلاثية الطيّات، بطريقة تجعل الغشاء الفيروسي (أرجواني) يُصبح مكشوفًا. الاختلافات في اتصال ديمر بآخر كما تُرى في ب وج قد تعتمد على انتقاء الجُسيمات المُستخدمة في إعادة التركيب ثلاثي الأبعاد. مواضع ديمر بروتينE الممثلة هنا هي فقط بالاتفاق العام على المواقع. (تم إعداد الشكل باستخدام نظام تصوير الجُزيئات PyMOL، رقم الإصدار 1.5.0.4، شرودينجر، LLC.)

البروتينات البشرية TIM1 وTIM3 وTIM4— المتقيدة إلى دهون فوسفاتيل سيرين—يمكنها أيضاً التقيد إلى جُسَيْمات فيروس الضَّنك[14]. وهذه المعطيات من الصَّعب توفيقها مع بنية تغطي فيها مثنويات بروتينE المتراصة بإحكام الغشاء.

في إحدى الدراستين الجديدتين، يورد چانج وزملاؤه[6] أنَّ التّغيرات البنيوية المستحثّة بدرجة الحرارة، تحدث في نطاق ضيّق بين 33 و34 درجة مئوية، وأنَّ هذه التّغيرات بلا رجعة. وتوصّلت المجموعتان البحثيّتان إلى أنَّ تحضيرات الجُسيم الناتجة كانت مُتباينة، وأدت عملية انتقاء جُسيم صارمة فقط إلى إعادة تركيب جُسيم إيكوزاهيدراليّ ثلاثي الأبعاد؛ مما أتاح رسو والتحام البنية البلوريّة لمثنويات بروتين E[15،16]. يفسر هذا التباين السبّب وراء عدم تماثل رص مثنويات بروتينE على سطح الجُسيْمات المُمتدة بهذه الدراسة (الشكل 1ب، ج). بأخذهما معًا، تظهر الدراستان أنَّه عند درجة حرارة الإنسان 37 مئوية، يخسر جُسيم فيروس الضّنك الناضج خاصيّة التّماثل، ولا تعود مثنويّات بروتينE قادرة على إجراء التفاعلات الجانبية النّوعية التي تُرى في البنية عند درجة حرارة 28 مئوية.

لم يُلاحَظ تمدُّد الجُسيم المذكور هنا في فيروس غرب النيل، وهو فيروس فلاڤي مُعْدٍ آخر. أظهرت بِنَى جسيمات فيروس غرب النيل المستنبتة في خلايا ثديية عند درجة حرارة 37 مئوية[17] نفس ترتيب مثنويّات بروتينE المُتراصّة بإحكام، التي تشاهد بجسيمات فيروس الضّنك المستنبتة عند درجة حرارة 28 مئوية. وعلى نقيض بروتينE في فيروس الضّنك، المتمتع بتوازن بين الأحادي والمثنوي -monomer dimer في محلول مُتعادل الحموضة (pH)، فإنّ بروتينE في فيروس غرب النّيل مَوْحوديّ (مونوميري)[18،19] ويتطلب اصطفافًا جانبيًا محكمًا على سطح الجُسيم لتشكيل مثنويّات تُخفي عروة الاندماج. بالتالي، يُحتمل أنّ جُسَيمات فيروس الضّنك قادرة على التَّمدُّد مع المحافظة على مثنويات بروتين E، بينما قد يؤدي مثل هذا التّمدُّد في فيروس غرب النّيل لانفصال المثنويات مع انكشاف مترافق لعروة الاندماج، مما يسبب تعطيل الجُسيم.

الرسالة المراد إيصالها هنا: يبدو مثنوي (دَيمر) بروتينE بفيروس الضّنك أنه الصيغة الأوثق الممثلة لدى جهاز المناعة البشري. مؤخرًا، لاحظ دي ألويس وزملاؤه[20] أنَّ معظم الأجسام المضادة المعطّلة لفاعلية فيروس الضّنك لدى البشر، لا تتقيد إلى بروتينE المنقّى الذي يُنتَج مخبريًا. وعللوا ذلك بأنّ هذه الأجسام المضادّة ربما تستهدف الحواتِم epitopes المُشتركة مع المثنويّات البروتينية المتاخمة لها، كما في تنظيم الجُسيمات عند درجة حرارة 28 مئوية. لكن ملاحظاتنا أنَّ بروتينE بفيروس الضّنك هي بالأساس موحوديّة (مونwوميريّة) في المحلول، إلّا إذا كان المحلول عند تركيزات مرتفعة تُشير إلى أنّ الأجسام المُضادة لم تتقيّد في تجارب الباحثين20 لأنّ بروتينE كان موحوديًا (مونوميريًا) تحت الظروف المستخدمة في تجاربهم. بالتّالي، تشير نتائجهم والمعطيات البنيويّة الجديدة معًا إلى أنَّ معظم الأجسام المُضادة البشرية المُعطِّلة للفيروس، تستهدف الحواتم الرُباعيّة المحتجزة لدى مثنويّات بروتينE، وليس تلك التي تجسر المثنويّات. أما الأنباء السارة فهي أنّ المحاولات المستقبلية للتعرف على حواتم مناسبة لتطوير لقاح فعال في البشر يمكن حصرها بالتركيز على مثنويّات بروتينE بدلاً من الجُسيم كلِّه، الأمر الذي من شأنه أن يسهل تمييزها. ■

**فيليكس أ. ريه** يعمل بوحدة البنية الفيروسية بمعهد باستور، ووحدة البحوث المشتركة بالمركز القومي للبحث العلمي، باريس، فرنسا.
البريد الإلكتروني: rey@pasteur.fr

1. Morens, D. M., Folkers, G. K. & Fauci, A. S. *EcoHealth* http://dx.doi.org/10.1007/s10393-013-0825-7 (2013).
2. Bhatt, S. *et al. Nature* **496,** 504–507 (2013).
3. Simmons, C. P. *et al. PLoS Negl. Trop. Dis.* **6,** e1752 (2012).
4. World Health Organization. Dengue and severe dengue. Fact Sheet No. 117; www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en (2012).
5. Fibriansah, G. *et al. J. Virol.* http://dx.doi.org/10.1128/JVI.00757-13 (2013).
6. Zhang, X. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 6795–6799 (2013).
7. Balsitis, S. J. *et al. PLoS Pathog.* **6,** e1000790 (2010).
8. Halstead, S. B. *Adv. Virus Res.* **60,** 421–467 (2003).
9. Sabchareon, A. *et al. Lancet* **380,** 1559–1567 (2012).
10. Dejnirattisai, W. *et al. Science* **328,** 745–748 (2010).
11. Kuhn, R. J. *et al. Cell* **108,** 717–725 (2002).
12. Zhang, W. *et al. Nature Struct. Biol.* **10,** 907–912 (2003).
13. Zhang, X. *et al. Nature Struct. Mol. Biol.* **20,** 105–110 (2013).
14. Meertens, L. *et al. Cell Host Microbe* **12,** 544–557 (2012).
15. Modis, Y., Ogata, S., Clements, D. & Harrison, S. C. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **100,** 6986–6991 (2003).
16. Zhang, Y. *et al. Structure* **12,** 1607–1618 (2004).
17. Mukhopadhyay, S., Kim, B.-S., Chipman, P. R., Rossmann, M. G. & Kuhn, R. J. *Science* **302,** 248 (2003).
18. Kanai, R. *et al. J. Virol.* **80,** 11000–11008 (2006).
19. Nybakken, G. E., Nelson, C. A., Chen, B. R., Diamond, M. S. & Fremont, D. H. *J. Virol.* **80,** 11467–11474 (2006).
20. de Alwis, R. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 7439–7444 (2012).

## منتدى النقاش الفيزياء النظرية

# تقدير حجم الذَّرَّة

**أثار نموذج نيلز بوهر لبنية الذرة سؤالًا حول الحجم الذي يمكن أن تصل إليه الذرة. وبعد مرور مئة عام، لا يزال السؤال مطروحًا. وهنا يناقش فيزيائيّان الحدودَ النظرية لحجمي الذرة والنواة.**

## سجالات حول المدارات

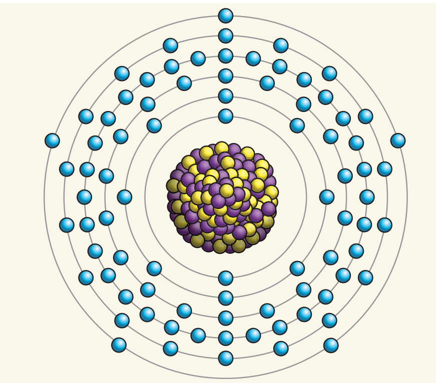
**بول إنديليكاتو**

أتاح لنا نموذج بوهر Bohr للذَّرَّة[1] طريقة جديدة للنظر في مسألة حجم الذرة (انظرة الشكل 1)، فمثلًا، تنبـأَّ النموذج بأن ذرة الهيدروجين ـ وهي أصغر ذرة موجودة ـ سيكون قطرها في حالتها الأرضية $0.5\times10^{-10}$ من المتر، أي أكبر من نواتها بمئة ألف مرة. هذا الرقم، المعروف الآن بقُطر بوهر $a_o$، كان دقيقًا بشكل لافت، وهو اليوم من الأرقام الثابتة الأساسية في الفيزياء الذرية. وتنبـأَّ لنا النموذج أيضًا بأن سرعة أي إلكترون في المدار الداخلي لذرتِه هو بالتقريب $Z_{c\alpha}$ (حيث Z هو عدد البروتونات أو العدد الذري، وc هو سرعة الضوء، و$\alpha$ ثابت البنية الدقيقة وهو تقريبًا 1\137). وما يثير الغموض هنا هو أن هذه الصيغة تضع لنا حدًّا أقصى للرقم الذري، وهو 137، لأن أي رقم ذري أكبر من هذا سيجعل سرعة الإلكترون تفوق سرعة الضوء.

اليوم تُبنى كل النماذج الذرية على أساس معادلة ديراك Dirac التي تجمع بين النسبية وميكانيكا الكمّ في نظرية التحريك الكهربي الكميّ (QED). وتؤدي معادلة ديراك— في حالة اعتبار النواة نقطة صغيرة— إلى نفس الحدود: طاقة تقييد الإلكترون تصبح مركبة جدًّا حين يصبح العدد الذري مساويًا لقيمة «$1\backslash\alpha$» أي 137، أو أكبر منها، لكن إذا اعتبرنا النواة ممتدة—أي ليست مجرد نقطة— فالحد يصل إلى 173. فوق هذه القيمة (الرقم)، تصبح طاقة تقييد الإلكترون أكثر من ضعف كتلته الساكنة، وهو وضع يسمح بتكوُّن زوج إلكترون–ضديد الإلكترون (بوزيترون)، مما يؤدي إلى عدم استقرار الذرة.

يمكن لنا أن نُعرّف حجم الذرة بطرق مختلفة[2]. فإذا أخذنا في الاعتبار متوسط القطر الدائري للذرة ككُل—على





**الشكل 1 | البنية الذرية:** هذا الرسم لذرة بيزموث–209 يجسد ملامح نموذج نيلز بوهر للذرة: نواة مكونة من بروتونات (بالبنفسجي) ونيوترونات (بالأصفر) تدور حولها إلكترونات (بالأزرق) تحتل مدارات محددة. النسبة بين حجم النواة والإلكترون في الصورة ليست مرسومة بمقياس رسم يضاهي الأبعاد الحقيقية. ذرة بيزموث–209 قد تضمحل عن طريق إطلاق أشعة ألفا، لكن عُمر النصف[13] لهذه العملية حسب التجارب هو: $1.9\pm0.2\times10^{19}$ سنة، وهو أطول من عمر الكون بحوالي مليار ضعف. لذلك، ذرة البيزموث–209 هي أثقل ذرة مستقرة موجودة طبيعيًا.

أساس كثافة الإلكترون الإجمالية— إذًا يصبح نطاق الأحجام الممكنة ضيقًا: من $1.6a_o$ إلى $1.5a_o$. ولكن إذا أخذنا في الاعتبار كذلك حجم المدار الأبعد عن النواة، فالحجم الذري يكون $a_o$ عندما يكون العدد الذري Z= 1، ويصل إلى $8a_o$ عندما يكون العدد الذري 172 (المرجعان 2، 3). ماذا يمكن أن يحدث فوق Z= 172 لا يزال قيد البحث والنظر[4] لدى العلماء اليوم لدراسة كيف يؤدي انبعاث زوج إلكترون–مضاد الإلكترون حقيقي إلى انهيار الفراغ الكمّي—وهي حالة غامضة تنبأت بها نظرية التحريك الكهربي الكَمّي (QED)، وهي عبارة عن فضاء فارغ مكوّن من جزيئات افتراضية مثل الفوتونات وأزواج إلكترون–ضديد الإلكترون تتكوّن وتفنى باستمرار.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أثقل نواة تم التعرف عليها تكون قيمة العدد الذري عندها Z=118 تحديدًا[5]. النوى التي تحتوي على بروتونات أكثر من هذا الرقم يمكن دراستها فقط عن طريق تكوينها مؤقتًا خلال تصادم نواتين أقل شحنًا. وقد تمت هذه المحاولة في ثمانينات القرن الماضي، لكن المعجلات الموجودة آنذاك لم تستطع إنتاج نوى مجردة من إلكتروناتها، (أو نوى بإلكترون واحد)، ذات رقم ذري كبير يكفي لنجاح اختبار التجربة. اليوم، يمكن تكوين حزَم من النوى المجردة لعناصر ثقيلة، وبطاقة تسمح بتحضير منظومات نووية ثنائية لمدة تقارب فترة $10^{-21}$ من الثانية. وقد طُرحت مشروعات عدة للنظر في الحالات شبه الجزيئية المتكونة في تلك التصادمات، ودراسة أشباه الذرات التي تنتج عنها.

لكن الذرات الكبيرة فقط ليست هي التي يمكن تكوينها، بل يمكن كذلك تكوين ذرات أصغر وأكثر غرابة عبر استبدال بالإلكترونات جسيمات أثقل منها مثل الميونات والبايونات وأضداد البروتونات. ستكون المنظومات الذرية الناتجة عن ذلك أصغر من الذرات 'العادية' المناظرة بحوالي 207 مرات على الأقل و1836 مرة على الأكثر، مما يعني تكوّن ذرات قريبة في الحجم من النواة. ذرات كهذه يمكن استخدامها في دراسة الخصائص النووية، كحجم البروتون نفسه6. ■

**بول إنديليكاتو** يعمل بمختبر كاستلر بروسَّل، مدرسة الأساتذة العُليا ENS، المركز الوطني للبحث العلمي CNRS، جامعة بيير وماري كوري، باريس، فرنسا.
البريد الإلكتروني: paul.indelicato@lkb.upmc.fr

# المسألة النووية

**ألكزاندر كاربوف**

يتحدد الحد الأقصى لحجم نواة على أساس مدى استقرارها باتجاه الاضمحلال. وبشكل عام، هناك قليل من النظائر لكل عنصر فقط هي التي تكون مستقرة— وأثقل العناصر المستقر هو بيزموث–209 (83 بروتونًا و126 نيوترونًا؛ انظر الشكل 1). كل العناصر الأثقل من ذلك تكون عناصر مشعة، مع أن اثنين منها (اليورانيوم والثوريوم) يتميزان بنصف عمر طويل جدًّا، ويوجدان في الطبيعة بكميات كبيرة. ووفقًا لبعض الاعتبارات، هذه العناصر المشعة ذات العمر الطويل يمكن أن تعتبر مستقرة.

إذا قمنا بتضخيم نواة—بإضافة نيوترونات إليها، فسيصبح عمرها أقصر بشكل مضطرد، حتى تصل بنهاية المطاف حد الاستقرار النيوتروني. بعد ذلك الحد، تصبح النواة غير مترابطة أو مقيدة لبعضها البعض، وتنطلق نيوتروناتها بشكل تلقائي. عدد النيوترونات الذي يمكن إضافته إلى نواة مستقرة يعتمد بشكل رئيس على العدد الذري (Z): فكلما كان العدد الذري أكبر، كان حد الاستقرار النيوتروني أبعد. وقد تم الوصول إلى هذا الحد في تجارب على عناصر مختلفة تصل إلى الأوكسجين (بل ربما إلى الألومنيوم، برغم أن هناك خلافًا حول هذه النقطة)، لكن بالنسبة إلى العناصر الأثقل من ذلك، فلا يتوافر لمعرفة الحد الخاص باستقرارها النيوتروني سوى تقديرات نظرية. فمثلا، تم التنبؤ بأن أثقل نواة يورانيوم تقيد بها 92 بروتونًا و208 نيوترونات، وهو ما يجعل عدد الكتلة الخاص بها 300؛ وبالمقارنة، فإنّ أثقل نواة يورانيوم موجودة بشكل طبيعي يكون عدد الكتلة الخاص بها 238.

فإذا أضيفت بروتونات إلى اليورانيوم، وهو أثقل عنصر موجود طبيعيًّا، نستطيع أن ننتج عناصر جديدة (في الواقع، سنحتاج إلى إضافة بروتونات ونيوترونات كذلك لتفادي الوصول إلى حد الاستقرار البروتوني). والنوى التي ستوجد حينئذ ستكون أقل استقرارًا بشكل مضطرد تجاه الانشطار التلقائي، بسبب تنافر كولومب بداخلها. تصبح النوى غير مستقرة كليًا تجاه الانشطار حين يصل العدد الذري (Z) إلى 106، وفي ظل غياب التأثيرات (الظواهر) الكمّية.

إنّ النوى التي تتكون من أعداد 'سحرية' من البروتونات والنيوترونات تكون مستقرة بشكل لافت للنظر، بالمقارنة بالنوى المجاورة لها. فالنوى فائقة الثقل التي يكون عدد نيوتروناتها وبروتوناتها سحريًا تشكّل جُزرًا من النوى طويلة العمر نسبيًّا، والمحاطة ببحر من النوى قصيرة العمر. وقد تم التنبؤ بزوج من الأرقام السحرية في نطاق النوى فائقة الثقل في ستينات القرن الماضي[7-10] (114 بروتونًا و184 نيوترونًا). لم يتم التوصل إلى تحديد مركز تلك الجزيرة من النوى تجريبيًا، ولا تزال الطرق التي تتيح الوصول إليه قيد المناقشات[11]. ورغم ذلك، فعناصر يصل عددها الذري (Z) إلى 118 قد تم تكوينها صناعيًّا[5,12]. وبدون أي غموض، فإن وجود تلك الجزيرة تابع لهذه النتائج، لكن المعطيات لا تؤشر إلى موقع قمة تلك الجزيرة، ولا تقول لنا كم يكون عمر النوى في قمة تلك الجزيرة. ولم يتم الوصول إلى إجماع حول هذه المسألة من جانب مختلف الأطروحات النظرية.

هل هناك جزر أخرى من الاستقرار النووي؟ أحد الاحتمالات أن تكون الإجابة: نعم، لكن لا يمكن استبعاد الاحتمال المضاد، لأن مختلف نظريات الاستقرار النووي تتباعد حين يتم مدُّها إلى نطاقات النوى الأبعد. تقول إحدى الفرضيات بأن النوى الثقيلة جدًّا ليست لها أحوال "عادية"، أي ليس لها توزيع متنظم تقريبًا من المادة النووية، لكن لها توزيع أشبه بالفقاعة. هذا الطرح يكبح قوى الكولومب بشكل ملموس، ويزيد الاستقرار النووي. وهناك نظريات أخرى تتنبأ ببنية شبيهة بالفُقاعة في جوار جزيرة الاستقرار الأولى من النوى فائقة الثقل—حيث في تلك الحالة قد تكون لتلك النوى الضخمة طويلة العمر بِنَى غريبة. ■

**ألكزاندر كاربوف** يعمل بمختبر فليروف للتفاعلات النووية، بالمعهد المشترك للأبحاث النووية، دُبنا، موسكو، روسيا الاتحادية.
البريد الإلكتروني: karpov@jinr.ru

1. Bohr, N. *Phil. Mag.* **26,** 1–25 (1913).
2. Indelicato, P., Santos, J. P., Boucard, S. & Desclaux, J.-P. *Eur. Phys. J. D* **45,** 155–170 (2007).
3. Indelicato, P., Bieroń, J. & Jönsson, P. *Theor. Chem. Acc.* **129,** 495–505 (2011).
4. Ackad, E. & Horbatsch, M. *Phys. Rev. A* **78,** 062711 (2008).
5. Oganessian, Y. T. *et al. Phys. Rev. C* **74,** 044602 (2006).
6. Pohl, R. *et al. Nature* **466,** 213–216 (2010).
7. Mosel, U., Fink, B. & Greiner, W. in *Memorandum zur Errichtung eines gemeinsamen Ausbildungszentrums fuer Kernphysik der Hessischen Hochschulen* (1966).
8. Mosel, U. & Greiner, W. *Z. Phys.* **222,** 261–282 (1969).
9. Meldner, H. *Ark. Fys.* **36,** 593 (1967).
10. Sobiczewski, A., Gareev, F. A. & Kalinkin, B. N. *Phys. Lett.* **22,** 500–502 (1966).
11. Zagrebaev, V. I., Karpov, A. V., Greiner, W. *J. Phys. Conf. Ser.* **420,** 012001 (2013).
12. Oganessian, Y. T. *et al. Phys. Rev. Lett.* **104,** 142502 (2010).
13. de Marcillac, P., Coron, N., Dambier, G., Leblanc, J. & Moalic, J.-P. *Nature* **422,** 876–878 (2003).

## قبل خمسين عامًا

«دورانات داخلية ضمن قطرات السوائل». كان معروفًا منذ زمن طويل أنه تحت ظروف معينة يتم استحثاث سريان متماثل محوريًّا ضمن قطرات السوائل لدى مرورها بوسط لزج. ورغم أن نظرية للدوران الداخلي ظلت لفترة جذابة جدًّا في تقدير ظواهر الطقس (الجوية)، فليست هناك أدلة تجريبية كافية لإثبات تلك النظرية. يناقش هذا الطرح تقنية تمكِّن من معرفة قياسات السرعة، وفي الوقت نفسه تحدد قلب الدوامة داخل قطرة السائل. وتمّ تسجيل خطوط السريان الإنسيابية فوتوغرافيًّا بواسطة آثار الصبغة.



يوضح الشكل الخطوط المصبوغة الناجمة عن حركة ضمن قطرات ماء تتحرك خلال زيت معدني. لقد حصلنا على بيانات مهمة حول السرعة بهذا الأسلوب.

**من «نيتشر»، 27 إبريل 1963**

## قبل 100 عام

يمكن محاكاة وميض النجوم في غرفة مظلمة، إذا نظرتَ إلى ضوء صغير، وكذلك الضوء الصادر من أصغر غشاء بفانوس كشف عمى الألوان. وبمراعاة عدم تحريك العين، سيومض الضوء وكأنه نجمة. سيلاحَظ ظهور دوائر باهتة بنفسجية تميل إلى الزرقة بمحيط مجال الرؤية، وتنكمش تدريجيًّا؛ فتصل إلى المركز. يتوهج الضوء بالوصول إلى المركز. يختفي الضوء إذا اختفت الدوائر. ويكون لون الدائرة ثابتًا مع الضوء الأبيض، أو أيّ لون آخر.

**«نيتشر»، 24 إبريل 1913**

# ملخصات الأبحاث




**غلاف عدد 16 مايو 2013**

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 16 مايو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

**النشوء والارتقاء**

## وقت الدعوة إلى التحليل الفيلوجيني

تقدِّم أحداث النشوء والارتقاء (التطور) التي حدثت في أوقات متقاربة، لكن منذ فترة طويلة، تحديات خاصة لأولئك الذين يسعون لتركيب مراحل التاريخ التطوري. والطريقة المعتادة على القوة الغاشمة تعتمد على سَلسَلة المعلومات الوراثية قدر الإمكان، ومشاهدة ما ينتج. والسؤال الآن: ما مدى صلاحية البيانات التي استُخدمت لإجراء مثل هذه السَّلسَلة؟ طرح كلٌّ من ليونداس ساليكوس، وأنطونيس روكاس هذا السؤال على مجموعة بيانات من 1070 جينًا مأخوذة من 23 جينومًا للخمائر، واكتشفا أنه لم تكن أيٌّ من الشجيرات الجينية البالغة 1070 مطابقةً لتطور السلالات (تاريخ نشوء النوع) الذي تَلَقَّى دعمًا بنسبة 100% من السَّلسَلة. وزادت شدة التناقض للسلاميّات الأَقْصَر، المتموضعة عميقًا في الجينات الارتقائية. وفكّ الباحثون العقدة من خلال إعطاء معظم المصداقية للجينات أو السلاميات التي بها ارتفاع في متوسط دعم الكليد (الفرع الحيوي). ويحاجج الباحثون بأن إلغاء التناقض في البيانات يجب أن يكون الخطوة الأولى لمن يسعى لكشف الأحداث التطورية في الزمن السحيق.

**Inferring ancient divergences requires genes with strong phylogenetic signals**

L Salichos *et al*

doi:10.1038/nature12130

**الوراثة**

## خرائط النمط الجيني/ الظاهري للنمو

كيف تترجم الأنماط الجينية إلى أنماط ظاهرية؟ ومتى تكون؟، وما مظاهر التعبير عن مزج النمط الجيني والنمط الظاهري التي يعمل عليها الانتخاب الطبيعي؟ هل (يرى) ذلك الكثير من النقاط الصغيرة، كل منها في منظره الطبيعي التكيفي؛ أو صورة أقل دقة (أخشن) تمثل مجموع كل منهم؟ الجواب هو الأخير بالطبع، لكن الفلتر (المُرَشِّح) هنا هو النمو، الذي يقيِّد ويشكِّل الخيارات. وتذهب محاكاة جديدة تعتمد على بيانات حقيقية عن نمو (تطور) الأسنان إلى تفاعل معقد غالبًا بين الجينات والنمو والأنماط الظاهرية خلال التطور المورفولوجي.

**Adaptive dynamics under development-based genotype–phenotype maps**

I Salazar-Ciudad *et al*

doi:10.1038/nature12142

**علم الكواكب**

## المنـاخ ينتشر سطحيًّا على أورانوس ونبتون

ظل العمق الذي يمتد إليه دوران الغلاف الجوي والمناخ على الكواكب العملاقة موضوعًا للنقاش لعدة عقود. وقدَّر يوهاي كاسبي وزملاؤه ـ بناءً على قياسات فوياجر–2، وتليسكوب هابل الفضائي لسرعة الرياح على أورانوس ونبتون، بجانب بيانات حقل الجاذبية ونماذج الغلاف الجوي ـ أنّ الرياح على كلا الكوكبين تقتصر على «طبقة طقس» رقيقة، لا يزيد عمقها على 1000 كم. وتعني تلك النتيجة أن الديناميات المتحكِّمة في تلك الرياح مستمَدَّة من عمليات سطحية، عوضًا عن دوران جوي عميق. وينبغي أن تكون المنهجية المستخدَمة هنا قابلة للتطبيق أيضًا على بيانات حقل الجاذبية التفصيلية لكوكبي المشتري وزحل، وتم توقُّعها من خلال أقمار جونو وكاسيني الصناعية منخفضة المدار.

**Atmospheric confinement of jet streams on Uranus and Neptune**

Y Kaspi *et al*

doi:10.1038/nature12131

**علم المعادن**

## مَسَار أكثر برودة للفولاذ

يُعَدّ إنتاج المعادن أكبر المصادر الصناعية لغازات الاحتباس الحراري. والفولاذ هو المتهم الرئيس. وتستلزم الأساليب التقليدية لاستخلاص الحديد من خامِه عامل اختزال كربوني ينتج كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون. ويُعَدّ محلول الأكسيد الكهربي المُذاب بديلًا واعدًا، لكنه حتى الآن يستلزم مواد موجبة القطب إما أنها سريعة الاستهلاك، أو باهظة التكاليف. وتقدم هذه الدراسة البحثية تطويرًا لكروم جديد قائِم على إلكترود سبيكة ألمونيوم رخيصة نسبيًّا، بفضل هيكلها ثلاثي الطبقات (أكسيد معدني/ أكسيد مختلط/ محلول كهربي) غير القابل للإذابة. ويجب التوسع الآن في تلك التقنية، وتثمين كفاءتها على المدى الطويل.

**A new anode material for oxygen evolution in molten oxide electrolysis**

A Allanore *et al*

doi:10.1038/nature12134

**علم الأعصاب**

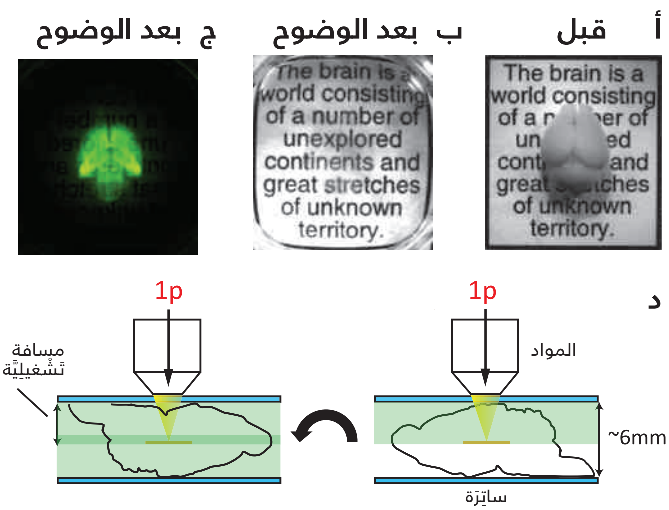
## بِنْيَة الدِّماغ كما تُرى من داخلها

إنّ التصوير عالي الدقة للأنسجة البيولوجية يتطلب إجراء مقاطع بصورة تقليدية. وهذا بالنسبة إلى أنسجة الدماغ يعني فقدان الاتصال بعيد المدى. ومؤخرًا، طوّر كارل ديسيروث وزملاؤه طريقةً لصنع أعضاء كاملة وسليمة وشفافة بصريًّا، ونفاذة للجزيئات الضخمة عن طريق النَّقْع بمادة أكريلاميد. وتسمح طريقتهم بتكرار وَسْم البروتينات بالأجسام المضادة، والتهجين في الموقع بالأحماض النووية في الأنسجة غير المقطعة، كأدمغة فئران كاملة، أو عينات إكلينيكية بشرية مخزَّنة في الفورمالين لسنوات عديدة.

**Structural and molecular interrogation of intact biological systems**

K Chung *et al*

doi:10.1038/nature12107




**الشكل أسفله | تصوير دماغ سليم لفأر ناضج.** أجري التصوير في أدمغة فئران بالغة (عمرها ثلاثة أشهر). **أ،** اقتباس كاجال قبل الوضوح. **ب،** اقتباس كاجال بعد الوضوح: دماغ الفأر (Thy1–eYFP line-H) بعد تهجين الأنسجة بالجِل المائي، ETC ومضاهاة معامل الانكسار (الأساليب). **ج،** صورة فلورسنتية من الدماغ الموصّفة في **ب. د،** تصوير الجانب الظَّهْراني (تصوير مجهري مفرد الفوتون (1p))، ثم تم قلب الدماغ وتصوير المَنْظَر البطني. **هـ،** إعداد ثلاثي الأبعاد للدماغ المُوضّح المصور (310 عَدَسَة شَيئِيّة مغمورة بالمياه؛ فتحة عددية، 0.3؛ مسافة تَشْغيل، 3.6 ملّيمتر). اليسار، نصف ظهري (حجم التكدس، 3،100 ملّيمتر، وحجم الخطوة، 20 ملّيمترًا). اليمين، النصف البطني (حجم التكدس، 3,400 ملّيمتر؛ حجم الخطوة، 20 مليمترًا). مقياس بار، 1 ملّيمتر.

تقنيات التصوير

## أبعاد جديدة في التصوير الشعاعي

الضفدع الجنوب أفريقي ذو المخالب (القِيطَمُ المُوَرّق) كائن نموذجي مهم، ويُستمد منه جزء كبير من فهمنا لعلم الأجنة الفقارية. وهناك دراسة لِتَكَوُّن المُعَيْدَة ـ وهي المرحلة التي يشكل فيها الجنين ثلاث طبقات مرتبة حول تجويف مركزي ـ أُعيقت بسبب عدم وجود طريقة تصوير حي عالي الجودة صالحة للاستخدام على أجنة سليمة للضفدع ذي المخالب، إذ تكون عادةً معتمة في المراحل المبكرة. وقد طوَّر رالف هوفمان، وجوين كاشف وزملاؤهما تقنية تصوير شعاعي طبقي مجهري (بالأشعة السينية) مُتَبايِن الطَّوْر، متداخل زمنيًّا، غير انتهاكي في الجسم الحي، ويسمح بملاحظة تَكَوُّن المُعَيْدَة. ومن خلال تحليل مسارات الخلية الفردية، وحركة الأنسجة الجمعية، وتطوُّر السمات المورفولوجية، صوّر الباحثون حركات تَكَوُّن المُعَيْدَة المعروفة؛ وكشفوا تشكيل بِنْيَة لم تُنشَر من قبل. وينبغي أن تكون هذه التقنية الجديدة رباعية الأبعاد (4D)قابلة للتطبيق في مجالات علم الوراثة، والبيولوجيا التطورية والجزيئية والطب.

**X-ray phase-contrast in vivo microtomography probes new aspects of Xenopus gastrulation**

J Moosmann *et al*

doi:10.1038/nature12116

الأحياء المجهرية

## تقييد مستقبل فيروس الإنفلونزا

إنّ التحديد الذي تمّ مؤخرًا لِهُوِيّة فيروس H5 هيماجلوتينين (الراصة الدموية) للطيور ـ الذي يمكنه توسط الانتقال بالهباء الجوي في القوارض ـ عندما يدمج في العمود الفقري للإنفلونزا البشرية قَدَّمَ نموذجًا يمكن فيه الفحص الوثيق لكيفية الانتقال الطبيعي لهذا النوع من الفيروسات. وتذهب هذه الدراسة إلى أبعد من ذلك؛ لإظهار أن الفيروس المُطَفَّر المُعدي نفسه اكتسب زيادة صغيرة في الانجذاب للمستقبِل البشري، لكنْ هناك انخفاض ملحوظ في الانجذاب لمستقبِل الطيور، مما يؤدي إلى تفضيله تقييد المستقبِل البشري بمثلي ضعف، مقارنةً بحالة مستقبِلات الطيور. وقد قدَّم الباحثون بنية بلورية لفيروس هيماجلوتينين الطيور الطافر في مُرَكّب مع المستقبِلات البشرية ومستقبِلات الطيور، كاشِفِين شيئًا من الأساس الجزيئي لتغيُّر خصائص التقييد.

**Receptor binding by a ferret-transmissible H5 avian influenza virus**

X Xiong *et al*

doi:10.1038/nature12144

البيولوجيا البنيوية

## بِنْيَة المستقبِل المُنَعَّم

المستقبِل المُنَعَّم (SMO) هو محوِّل إشارة مهم في المسارات التأشيرية القنفذية المسؤولة عن الحفاظ على التطور الجنيني الطبيعي، والمتورِّطة أيضًا في نشوء السرطان. وقد صُنِّف مستقبِل المُنَعَّم (SMO) كطبقة مُتَمَوِّجة مُجعّدة (فئة F) من مستقبِلات بروتين «جي» المقترن (GPCR). وفي هذه الدراسة قدم الباحثون بِنْيَة بلورية بالأشعة السينية للمستقبِل المُنَعَّم البشرى المنضم إلى عامل مُناهِض للجزيء الصغير LY2940680، وهو مركب مضاد للسرطان، نشط فميًّا بالتجارب الإكلينيكية. وهذه أول بِنْيَة منشورة لأحد مستقبِلات بروتين «جي» المقترن (GPCR) من غير الفئة A؛ العناصر المحفِّزة الأكثر محافظة من الفئة A التي تكون فيها مستقبِلات بروتين «جي» المقترن غائبةً، وتكشف البنية عن ترتيب معقد بشكل غير عادي من الحلقات الطويلة خارج الخلية المستقرة بأربعة روابط لثاني الكبريتيد.

**Structure of the human smoothened receptor bound to an antitumour agent**

C Wang *et al*

doi:10.1038/nature12167

الوراثة/السرطان

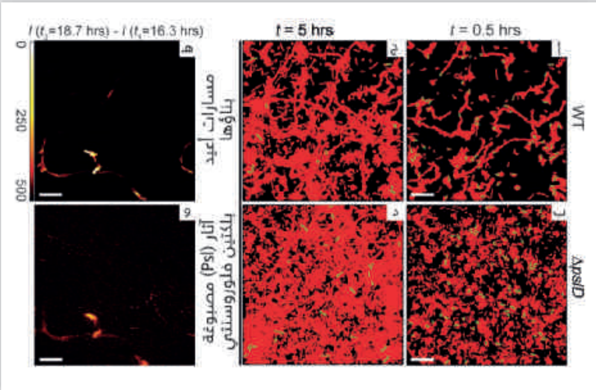
## تحْوِيِر السرطان عن طريق miRNAs

تؤدي الأحماض النووية الريبية المجهرية (miRNAs) دورًا رئيسًا في نشوء مرض السرطان. وقد كتب باحثون لمحةً مختصرة عن تعبير الحمض النووي الريبي المجهري لمجموعة شملت 1302 مريض، يعانون أورام الثدي، ممن توفرت لهم معلومات عن المتابعة الإكلينيكية والمضاهاة الجينومية، وبيانات تعبير الحمض النووي الريبي المرسال. وتكشف النتائج عن تفاعلات معتمدة على السياق، تُظْهِر دورًا مهمًّا للأحماض النووية الريبية المجهرية في بيولوجية ونتائج أورام الثدي، التي تخلو من شذوذ جسدي متعلِّق بعدد النسخ (عدد الجينات بكل جينوم)، مما يعني دورًا تحويريًّا مهمًّا للأحماض النووية الريبية في هذا النوع الفرعي الشائع من المرض.

**The shaping and functional consequences of the microRNA landscape in breast cancer**

H Dvinge *et al*

doi:10.1038/nature12108



الأحياء المجهرية

## آليّة «الأثرياء يزدادون ثراءً» تشكِّل الأغشية

إنّ كيفية تنظيم البكتيريا لنفسها (ذاتيًّا) في مستعمرات صغرى، كخطوة أولى نحو تشكيل الأغشية الحيوية ليست معلومة جيدًا. وهنا، استخدم جيرارد وونج وزملاؤه لوغاريتمًا للتتبُّع المتوازي بكثافة للخلية؛ لاستخلاص تاريخ الحركة لكل خلية أثناء استعمار سطح جديد. ويكشف هذا النظام عن أن بكتيريا الزَّائِفَة الزِّنْجارِيَّة ترسّب أثرًا من عَدِيد السَّكّاريد الخارجي المؤثر في حركة أي خلايا أخرى تصادفها لاحقًا، مولدةً ردود فعل إيجابية توجه الخلايا لتشكيل مستعمرة مجهرية. وردود الفعل الإيجابية المرصودة هنا تناظِر قانون القوة «الأثرياء يزدادون ثراء» الملحوظ في توزيع الثروة.

**Psl trails guide exploration and microcolony formation in Pseudomonas aeruginosa biofilms**

K Zhao *et al*

doi:10.1038/nature12155

**الشكل أعلاه | كفاءة تغطية السطح بواسطة المسارات البكتيرية، والارتباط بآثار (Psl). أ-د،** تغطية السطح التراكمي عند 0.5 ساعة (**أ**، **ب**) وعند 5 ساعات (**ج**،**د**). تشير الألوان الحمراء والسوداء إلى ما تم اجتيازه (أي المغطى بالمسارات البكتيرية) والسطح الجديد، على التوالي. وتظهر البكتيريا في الإطار عند النقاط الزمنية المحددة باللون الأخضر. **هـ،** المسارات البكتيرية التي أعيد بناؤها من النوع البري المتولدة بين 16.3 و18.7 ساعة بعد التلقيح (مقياس اللون يشير إلى الوقت الذي تقضيه خلية معينة عند كل نقطة). **و،** أثر (Psl) التي خلفته البكتيريا في الفترة نفسها، مصبوغًا بواسطة لِكتين هجين هِيِّبستروم المُقْتَرِن بالفلورسين (نرجس). مقياس البار، 10 مم.

علوم الأرض

## ماء من الماضي السحيق

تحتوي القشرة الأرضية القارِّيَّة العميقة على تشققات مليئة بالماء،

يمكنها الحفاظ على سجل كيمياء المواقع والظروف البيئية في وقت عزلها. وتشير هذه الدراسة إلى تكوينات نظائرية لغاز نبيل من مواقع تشقُّق ضخم على عمق 2.4 كيلومتر تحت السطح بصخور قديمة يبلغ عمرها 2.7 مليار سنة بمنجم تيمينز بأونتاريو، كندا. وتشير بيانات النظائر إلى أن بعض تلك الجيوب الغابرة من الماء ظلت معزولة في القشرة الأرضية لما بين 1.5 إلى 2.64 مليار سنة. والغاز في ذلك الماء ـ أقدم «المواقع الحرة» التي وُجدت ـ هو خليط من الهيدروجين، والهيليوم، والميثان، والنيتروجين. وقد تكهَّن المؤلفون بأنّ بيئات ذلك المائع الغابر قد تكون قادرة على دعم الحياة بها.

**Deep fracture fluids isolated in the crust since the Precambrian era**

G Holland *et al*

doi:10.1038/nature12127

الإيكولوجيا البحرية

## استجابة تَجمُّعات السَّمَك لاحترار المناخ

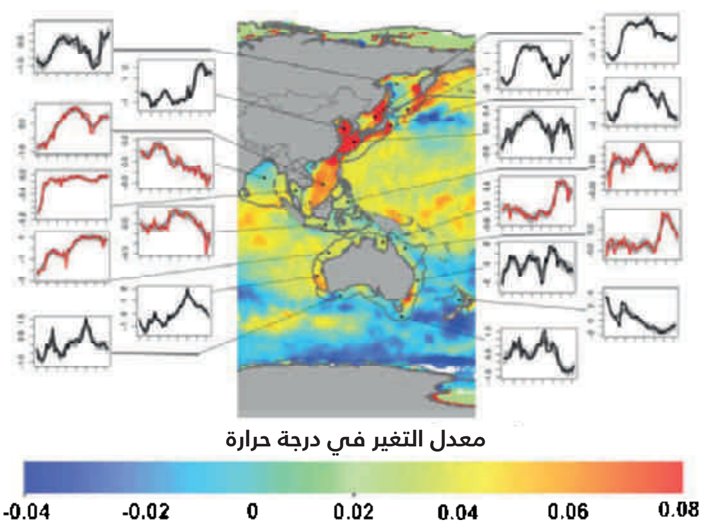
ينبغي أن نتوقع أثناء المناخ الدافئ صعود أنواع بحرية تعيش في المياه الدافئة على حساب تلك التي تتكيف مع المياه الأبرد. وقد تم الكشف مؤخرًا عن النمط المميز لذلك في دراسة لتشكيلات الصيد في 52 منظومة إيكولوجية بحرية كبيرة بين عامي 1970، و2006، وهي عينة تشمل الغالبية العظمى من مصائد السمك الأساسية في العالَم. وطوَّر المؤلفون فهرسًا (مؤشرًا)، يسمى «متوسط درجات حرارة الصيد» MTC ـ المحسوبة من متوسطات درجات الحرارة المُستخلصة ـ كأفضلية للأنواع المستغلة، قياسًا على معدل صيدها السنوي. وعبر هذه السنوات، ارتفعت أفضلية درجات الحرارة العالمية بمعدل 0.2 درجة مئوية لكل عقد، وكانت الآثار أكثر وضوحًا في المناطق غير الاستوائية. وتلقي النتائجُ الضوءَ على الحاجة إلى تطوير خطط تكيف؛ لتقليل آثار تغيُّر المناخ على الاقتصاد، وكذلك الأمن الغذائي للمجتمعات الساحلية.

**Signature of ocean warming in global fisheries catch**

W Cheung *et al*

doi:10.1038/nature12156

**الشكل أسفله | تغيرات متوسط درجة حرارة الالتقاط (MTC) ودرجة حرارة سطح البحر (SST) في 52 منظومة بحرية إيكولوجية كبيرة (LMEs) بين 1970 و2006.** التغير عبر الزمن (المحور السيني: الأعوام بين 1970 و2006) في انحرافات متوسط درجة حرارة الالتقاط بالنسبة إلى متوسط المتسلسلة الزمنية (المحور الصادي: درجة مئوية). يظهر معدل تغير درجة حرارة سطح البحر (SST) من خلال تدرج لوني. **أ**، أوراسيا، **ب**، الأمريكتان، **ج**، آسيا وأوقيانوسيا. تُمثِّل الخطوط الحمراء المنظومات البحرية الإيكولوجية الاستوائية الكبيرة (LMEs). لتسليط الضوء على الاتجاهات غير الخطية لانحرافات متوسط درجة حرارة الالتقاط (MTC) بهذا الشكل، تمت ملاءمة كل متسلسلة زمنية لمتوسط درجة حرارة الالتقاط (MTC) بدالّة سلسة اللسين باستخدام (GAMM): خط رمادي، متوسط، منطقة مظللة، فترة ثقة 95%.




علم الأعصاب

## علاج إصابات الدماغ بواسطة خليّة جذعيّة

تُعرَف منطقة البطين الفرعية (SVZ) من دماغ القوارض باستضافتها خلايا طليعة، يمكن أن تولد عصبونات أو خلايا دَبَقِيّة، اعتمادًا على البيئة المجهرية. والسؤال المطروح، هل يلعب تفعيل هذه البيئة الملائمة بعد إصابات الدماغ دورًا في اصلاح الأنسجة؟ هنا، ميَّز تشاي كو وزملاؤه مجموعة محدَّدة من خلايا فئران نجمية مولدة بمنطقة البطين الفرعية، التي يزيد عددها بعد الإصابة. تهاجر هذه الخلايا النجمية المنشَّطة إلى موقع الإصابة، على عكس نظيراتها المولَّدة بواسطة لحاء الدماغ. وتتطلب هذه الاستجابة القوية بعد الإصابة إشارات الثُّلْمَة. وعندما تتعطل هذه الفئة من الخلايا النجمية؛ يتعرض شفاء الأنسجة للانتكاس.

**Protective astrogenesis from the SVZ niche after injury is controlled by Notch modulator Thbs4**

E Benner *et al*

doi:10.1038/nature12069

الوراثة

## أثر نقص الأكسجين على miRNAs

يحدث تنظيم التعبير الجيني بواسطة الحمض النووي الريبي المجهري (microRNA) أثناء الاستجابة للكروب، كنَقْص الأكسجين، وهي حالة موجودة بمركز الورم الصلب. وقد أظهر مين تشي هنج وزملاؤه أن مستقبِل عامل نمو البشرة (EGFR) الناتج عن الجين الورمي يضيف الفوسفات إلى أرجونوت–2 (AGO2)، وهو عامل حاسم في النشوء الحَيوي للأحماض النووية الريبية المجهرية (miRNAs). وتتعزز هذه العملية من خلال نَقْص الأكسجين. يُضْعِف هذا التعديل لأرجونوت–2 تجهيز الحمض النووي الريبي المجهري (microRNA)، لكنه يعزِّز بقاء الخلية وقدرتها على الغزو. كما يُظْهِر مرضى سرطان الثدي ذوو المحتوى الأعلى من أرجونوت–2 المُفَسْفَت (phospho-AGO2) نتائج أردأ.

**EGFR modulates microRNA maturation in response to hypoxia through phosphorylation of AGO2**

J Shen *et al*

doi:10.1038/nature12080

فيزياء الليزر

## ليزر بولاريتن كهربي أكفأ استخدامًا للطاقة

لدى ليزر البولارِيْتن القدرة على أن يكون أكفأ في استخدام الطاقة من ليزر أشباه الموصلات التقليدية التي تعتمد على شعاعات الضوء (الفوتون) المترابطة. فعند تهجين الضوء والاستثارات الإلكترونية في فجوة بصرية، يتم تخليق بولارِيْتُنات الإكسِيْتون، التي هي بمثابة جزء ضوئي وجزء جسمي، ويمكنها بث ضوء مترابط، دون حدوث الانقلاب التجمعي (population inversion) اللازم في الليزر التقليدي. وقد بُرهِن على ليزر البولاريتُن المضخوخ بصريًّا من قبل، لكنّ إنتاج وحدة تعمل بالكهرباء ظل هدفًا معلَّقًا. وهي خطوة أساسية في اتجاه القابلية للتطبيق العملي. وحقَّق سفِن هوفلينج وزملاؤه ذلك مؤخرًا. والأهم أنهم قدموا برهانًا ـ لا لبس فيه ـ على أن انبعاثات الليزر التي رصدوها لها طبيعة هجينية بين الضوء والمادة.

**An electrically pumped polariton laser**

C Schneider *et al*

doi:10.1038/nature12036




**غلاف عدد 23 مايو 2013**

**طالع نصوص الأبحاث في عدد 23 مايو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.**

الكيمياء الحيوية

## مِطْياف المايكروويف يقيس انعدام التناظُر

توجد الجزيئات عَديمة التَّناظُر المِرْآتِيّ كمتبلورات مضادة مِرْآتِيّة Chiral enantiomers تشكل صور مرآة غير فائقة التموضع. ويلعب انعدام التناظر المرآتي دورًا رئيسًا في كثير من

جوانب الكيمياء والأحياء. والمعروف أنه من الصعب كشف وحساب انعدام التناظر المِرْآتي، لأن الأساليب الطَّيفيّة التقليدية تستغل تأثيرات ضعيفة، تنتج بدورها إشارات ضعيفة. ومؤخرًا، أظهر باترسون وزملاؤه أن التنظير الطيفي لموجات الميكروويف، مقترنًا بمجال كهربي متبدّل، يمكنهما رسم خريطة إشارة تردد (رابي) ثنائية القطب الكهربي ـ وهي متغيِّر يعتمد مباشرةً على انعدام التناظر المِرْآتي للجزيء ـ على طور إشعاع موجات المايكروويف المنبعِث. ثمَّ يُستخدم التأثير لتحديد انعدام التناظر المِرْآتي الخاص بجزيئات طور الغاز البارد، الموضحة مع متبلورات مضادة (S) و(R) المِرْآتية الخاصة ببروبينيديول1،2- ومزيجها العنقودي. ينتج هذا الأسلوب توقيعات وافرة وحاسمة لانعدام التناظر المِرْآتي، وهو دقيق وانتقائي، مما يجعلها أداة مثالية وفريدة محتمَلة لتحديد انعدام التناظر المِرْآتي لأنواع متعددة في خليط.

**Enantiomer-specific detection of chiral molecules via microwave spectroscopy**

D Patterson *et al*

doi:10.1038/nature12150

علم الأعصاب

## قرارات صوتية في القشرة السَّمْعيَّة

أسست دراسات عديدة لكيفية تمثيل الأصوات بالقشرة السمعية في الدماغ، لكن العمليات التي يتم بها تحويل تلك المعلومات المشفَّرة إلى فعل مفهومة بشكل أقل. وبدورهما، درس بيتر زنامنسكي، وأنتوني زادور مُخرَجًا واحدًا من القشرة السمعية ـ إسقاطات نحو المُخَطَّط ـ واستكشفا تداعيات تغيير نشاط هذه العصبونات على إدراكات الفئران في إحدى المهام السمعية. والنشاط العصبي للتلاعب البصري الوراثي بالقرارات تَسَبَّب في انحياز القرارات بطريقة تنسجم مع خصائص العصبونات المُحَفَّزة، مما يتهم نشاطًا قشريًّا مخططيًّا في التحولات الحِسِّيَّة الحَرَكِيَّة. ولأن المناطق القشرية المقابلة لكل الأشكال الحسية تُسقَط على المخطط، فلهذا البحث آثار أبعد من النظام السمعي.

**Corticostriatal neurons in auditory cortex drive decisions during auditory discrimination**

P Znamenskiy *et al*

doi:10.1038/nature12077

الوراثة

## ارتباط عائلة الجين MRP بطول العمر

هناك تَبايُن بين الحيوانات بشكل كبير في طُول العُمْر، لكنّ السبب ليس واضحًا. ومؤخرًا، أورد يوهان أوريكس وزملاؤه أن التباين الطبيعي في تعبير بروتين ريبوزوم الميتوكوندريا يترجَم إلى تمديد أعمار الديدان والفئران. وأوضحوا أن هناك آلية موحدة خلف تأثيرات الاضطرابات الأيضية على طول العمر، وبحثوا عن التغاير الجيني المرتبط بطول العمر في المرجعية الوراثية للتجمعات السكانية (BXD) لسلالات الفئران داخلية الاستيلاد. وتم تعيين طول العُمْر إلى بروتينات الميتوكوندريا الريبوزومية. وباستخدام المناهج الوِراثية السُّكّانيّة على الفئران وتجارب تداخل الحمض النووي الريبوزي في أنواع معينة من «الدودة الرّبداء الرشيقة»، تم تحديد بروتين الميتوكوندريا الريبوزومي S5 (Mrps5)، وبروتينات الميتوكوندريا الريبوزومية الأخرى، باعتبارها منظِّمات للتمثيل الغذائي وطُول العُمْر.

**Mitonuclear protein imbalance as a conserved longevity mechanism**

R Houtkooper *et al*

doi:10.1038/nature12188

الوراثة

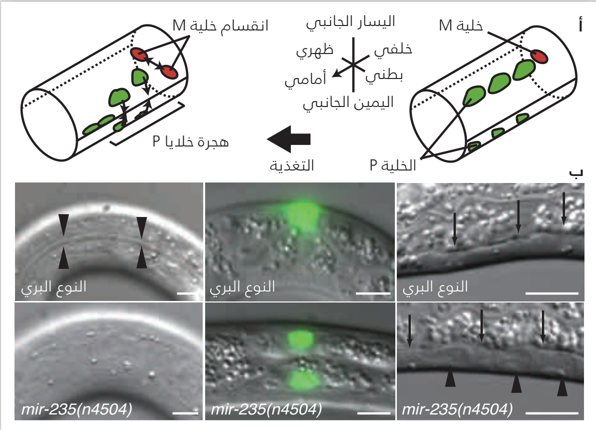
## آليّة جينيّة-لاجينيّة مركَّبة محفوظة

إنّ عائلة هيليكاز الحمض النووي Pif1مَحْفُوظة للغاية من البكتيريا إلى البشر. وقد أظهرت فيرجينيا زاكيان وزملاؤها ذلك في الخميرة، إذ يمكن لإنزيم Pif1 البشرى فَكّ بِنْيَة رباعية الضفيرة، تُسَمَّىG-quadruplex . وبذلك، يُكبح عدم استقرار الجينوم الناشئ بمثل هذه البِنَى. وتدل قدرة البروتين البشري على التكامل في الخميرة على أهمية هذا النشاط بكل أرجاء التطور. وإضافة إلى ذلك.. يرتبط عدم الاستقرار هذا مع نوع غير مكتشَف سابقًا من الحدث الجيني- اللاجيني المركّب.

**Pif1 family helicases suppress genome instability at G-quadruplex motifs**

K Paeschke *et al*

doi:10.1038/nature12149




البيولوجيا الجزيئية

## microRNA يربط انقسام الخلايا بالتغذية

عندما تفقس يرقة دودة الربداء الرشيقةL1 خلال نقص التغذية، لا يبدأ التطور بعد الجنيني لليرقة، ويتَوَقَّف انقسام الخلايا السَّلَف (الخَلايا الأَرومِيَّة)، حتى تكون الحالة الغذائية أكثر ملاءمة. وقد أفادت دراسات سابقة أن مسار تأشير الإنسولين/IGF ينظم سُكُون الخلايا الأَرومِيَّة هذا. وتحدِّد هذه الدراسة حمضًا نوويًّا ريبيًّا مجهريًّا (microRNA) ـ هو mir-235 ـ يعمل في اتجاه مجرى مسار تأشير الإنسولين/IGF؛ لتعديل سُكُون الخَلِيَّة الأَرومِيَّة. ويُعبّر عن جزيء mir-235 في كل الخلايا الدِّبْقِيَّة واللُّحْمَة، أثناء التجويع، حيث إنه ينظم السكون بشكل زائد. وعند التغذية، يخفّض تنشيط تأشير الإنسولين/IGF تنظيم mir-235، ويعزِّز إعادة تنشيط الخلايا الأَرومِيَّة.

**The microRNA miR-235 couples blast-cell quiescence to the nutritional state**

H Kasuga *et al*

doi:10.1038/nature12117

**الشكل أعلاه | مطلوب جين mir-235 لكبح تنشيط الخَلِيَّة الأَرومِيَّة وأحداث التطور اللاحقة للمرحلة الجنينية أثناء يَرَقات L1 المستحثة بالجوع. أ**، تطور L1 المبكر بخلايا P وM الأرومية. **ب**، النوع البري ويرقات mir-235 L1بعد جوع ثلاثة أيام (انظر الأساليب). يسارًا، خلايا P العصبية (الأسهم) والمهاجرة (رؤوس الأسهم) في الحبل العصبي البطني؛ وسطًا، خلايا M المسماة Phlh-8::gfp المعبر عنها بواسطة ayIs6، يمينًا،جناح L1 الكبير تحديدًا (رؤوس الأسهم) يختفي بعد الانسلاخ الكامل ليرقات L1. مقياس البار، 5 مليّمترات.

الغلاف الجوي

## اتجاهات الريح بأعلى الغلاف الاستوائي

يهيمن التذبذب شبه ثنائي الحول (QBO) على التدفق في الغلاف الجوي الاستوائي بارتفاع يتجاوز 17 كيلومترًا، وهي مرحلة انتقالية بين الرياح الشرقية والغربية السائدة في دورة من عامين تقريبًا. ويُعتقد أن التذبذب شبه ثنائي الحول مرتبط بمتوسط الموجات الاستوائية المتقلبة، التي تشير النماذج إلى أنها ستستفحل، استجابةً للاحتباس الحراري. وحتى الآن، فإن دعم الأرصاد (بالبيانات) لتغيرات التذبذب شبه ثنائي الحول أو متوسط الموجات المتقلبة شحيح. ومؤخرًا، حلل يوشيو كاواتاني، وكيفن هاميلتون مجموعةً من بيانات مسبار الريح اللاسلكي في الفترة بين 1953 و2011، ووجدا أن نطاق التذبذب شبه ثنائي الحول قد ضعف على مدى العقود الستة السابقة، ويُحتمل أن يكون ذلك نتيجة تزايد الموجات المتقلبة الاستوائية أسفل طبقة الغلاف الجوي العليا

(ستراتوسفير). ويُرجح أن تؤثر التغيرات طويلة المدى للموجات المتقلبة في التغيرات المتوقعة المتصلة بالمناخ في كيمياء طبقة الاستراتوسفير.

**Weakened stratospheric quasibiennial oscillation driven by increased tropical mean upwelling**
Y Kawatani *et al*
doi:10.1038/nature12140

علم الأعصاب

## الأعصاب الحِسِّيَّة وإعادة تشكيل العِظام

السيمافورينات semaphorins هي بروتينات انتشارية منخرطة في تطور الجهاز العصبي والأعْضاء والأوعية الدموية، وكذلك في المناعة. وتعبر الخلايا البَانِيَة للعِظام والخلايا النَاقِضَة (البَالِعَة) للعَظْم عن أفراد العائلة السيمافورينية. وثبت مؤخرًا أن سيمافورين3A يمكن أن ينظم إعادة تشكل العظم من خلال العمل محليًّا. ومؤخرًا، أثبت تورو فوكودا وزملاؤه أن سيمافورين3A ينظم إعادة تشكل العظم في الجسم الحي بشكل غير مباشر، عن طريق تعديل تطور الأعصاب الحسية.

**Sema3A regulates bone-mass accrual through sensory innervations**
T Fukuda *et al*
doi:10.1038/nature12115

## مجموعة فرعية جديدة لخلايا +CD8 التائية

باستخدام فيروس الهربس البسيط-2 (HSV-2) نموذجًا مُمْرِضٍ، أظهر جيا جونج وزملاؤه أن مجموعة فرعية فريدة من خلايا +CD8 التائية المُقيمة في الأنسجة استمرت في الغِشاء المُخاطِيّ التناسلي. وفي الأفراد المصابين بفيروس الهربس البسيط-2، تكون خلايا $CD8\alpha\alpha^+$ التائية محدّدة الفيروس وذات الصلة النسيليّة ـ بدلًا من خلايا $CD8\alpha\beta^+$ التائية التقليدية ـ هي خلايا الذاكرة المقيمة السائدة في الأنسجة المُتَمَرْكِزة حول مصدر إطلاق فيروسات الهربس البسيط-2، حيث تسهم في الرصد المناعي. وتشير هذه النتائج إلى أن اللقاحات والمناهج العلاجية المناعية التي تزيد من عدد وكثافة خلايا $CD8\alpha\alpha^+$ المقيمة في الأنسجة قد تؤدي إلى تعزيز السيطرة، ليس فقط على فيروسات الهربس البسيط-2، بل أيضًا في غيرها من عدوى الجهاز التناسلي، مثل فيروس نقص المناعة المكتسبة البشري (HIV).

**Immune surveillance by $CD8\alpha\alpha$1 skin-resident T cells in human herpes virus infection**
J Zhu *et al*
doi:10.1038/nature12110

علم المناعة

## إجراء لمُناهِضات بروتين TLR4 في الإنفلونزا

مع تطور فيروس الإنفلونزا باستمرار، ونشوء مقاومة للعلاجات الموجودة المضادة للفيروسات، هناك حاجة مُلِحَّة للعلاجات جديدة مضادة للإنفلونزا. وقد أظهرت الأعمال السابقة أن تأشير بروتين TLR4 يتوسط إصابة الرئة الحادة التي تستحثها الإنفلونزا، وإنتاج السيتوكينات والآثار الجهازية في الفئران. ومؤخرًا، نشرت ستيفاني ڤوجل وزملاؤها أنّ إريتوران eritoran ـ وهو مُناهِض اصطناعي لبروتين TLR4 ـ يمكن أن يحمي الفئران من الموت عندما يُعطَى كدواء لفترة تصل إلى ستة أيام، بعد عدوى فيروس الإنفلونزا. ويجب إعطاء الأدوية المضادة للفيروسات الموجودة حاليًا في غضون ثلاثة أيام من العدوى؛ لتكون فعّالة. ويرى هذا العمل أن مناهض بروتين TLR4قد يكون فعالًا ضد الإنفلونزا، ويمكن أن يمدِّد بشكل مفيد الفترةَ التي يمكن خلالها معالجة العدوى بفعاليّة.

**The TLR4 antagonist Eritoran protects mice from lethal influenza infection**
K Shirey *et al*
doi:10.1038/nature12118

البيولوجيا الجزيئية

## بروتينات الغلاف النووي وأمراض القلب

إنّ الطفرات في بروتينات الغلاف النَّوَوِيّ المعبر عنها، والواسعة الانتشار ـ بروتينات لامين A/C وإمرين emerin ـ تنتج عنها أمراض محددة للنَّسيج بشدة، مثل حثل إيمري-دريفوس العضلي، وتمدُّد عضلة القلب. وتبين هذه الدراسة أن الطفرات في اللامينات ترتبط بانخفاض ديناميّات الأكتين الذي يسبب انتقالًا نوويًّا شاذًّا، وتأشيرًا باتجاه مجرى عامل النسخ MKL1 المحوري نفسه لتطور القلب. وتظهِر هذه النتائج الآثار المتنوعة لبروتينات الغلاف النَّوَوي على العمليات الخلوية، وتشير إلى أن العلاجات التي تصحِّح تأشير MKL1– SRF المَعْطُوب قد تساعد في السيطرة على مرض القلب المرتبط بمجموعة من الاضطرابات الجينية النادرة.

**Lamin A/C and emerin regulate MKL1–SRF activity by modulating actin dynamics**
C Ho *et al*
doi:10.1038/nature12105

أمراض الوراثة

## ارتباط طفرة LGR4 بأمراض معقَّدة

أسفر البحث عن متغايرات (وراثية) تؤثر مباشرةً في مخاطر الانخفاض المرضي بكثافة معادن العظام ـ خلال بيانات تتابعات كامل الجينوم لآلاف الأفراد الأيسلنديين ـ عن طفرةٍ تافهة نادرة، ترتبط بنطاق واسع من الأنماط الظاهرية (الوراثية)، بجانب تلك المتعلقة بفسيولوجية العظام. والطفرة في جين LGR4 ـ الذي يحتوي على مستقبِل 4 المقترن ببروتين G ذي المكررات الغنية بالليسين ـ ترتبط بقوة مع الكُسور المتعلقة بهشاشة العِظام، وأيضًا بانعدام التَّوازن الإلكتروليتي (المنحلّ كهربائيًّا)، والخلل الهرموني، وزيادة خطر سرطان خلايا الجلد الحرشفية، وسرطان القنوات الصفراوية. ويتداخل النمط الظاهري لحاملي هذه الطفرة مع الطفرة بفئران حُذف منها جين Lgr4.

**Nonsense mutation in the LGR4 gene is associated with several human diseases and other traits**
U Styrkarsdottir *et al*
doi:10.1038/nature12124

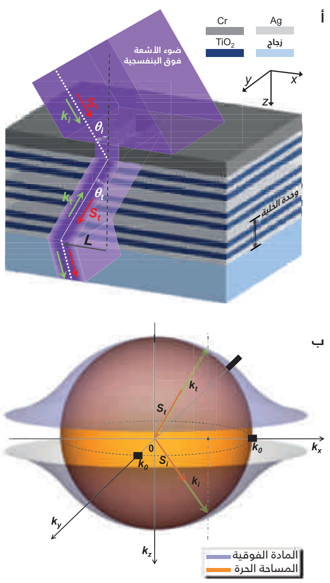
علوم المواد

## انكسارٌ سالب بمواد فوقيّة شاذة جديدة

في العقد الماضي، صُمِّمت البِنَى الكهرومغناطيسية المختلفة ذات سمات دون الطول الموجي، وفُصِّلت لتحقيق انكسار سالب، وهي ظاهرة تنكسر فيها أشعة الضوء لدى صَدْمها سطحًا وسيطًا باتجاه مضاد للاتجاه المتوقَّع عادةً. ويمكن للمواد الفوقية metamaterials ـ مع تلك الخاصية ـ أن تكون لها استخدامات عملية واسعة بعدة مجالات، كالتصوير، والطباعة، وحجب الإشعاع. ومعظم تلك المواد ـ المنتجة حتى الآن ـ لها بِنَى مستوية محدودة التطبيق، ويظهر الجزء الأكبر من المواد الفوقية سالبة المؤشر فقط في ترددات الميكروويف. وتصف هذه الدراسة تصميم وتصنيع المواد الفوقية الضخمة الشاذة فوق البنفسجية، القائمة على دلائل موجيّة بلازميّة متكدسة بمؤشر انكسار سالب لجميع الزوايا في نطاق الاستقطاب المغناطيسي المُستعرَض فوق البنفسجي.

**All-angle negative refraction and active flat lensing of ultraviolet light**
T Xu *et al*
doi:10.1038/nature12158

**الشكل أسفله | مادة الأشعة فوق البنفسجية الفوقيّة الضخمة. أ،** رسم تخطيطي للانكسار السلبي للأشعة فوق البنفسجية من الهواء إلى المادة الفوقيّة ذات الدليل الموجي مزدوج (مقترن) البلازمون التي شكلته ثلاث وحدات من خلايا MDMDM المكدسة عموديًّا والمغلفة بقناع يحدد الشعاع، ويتكون من فتحة مستطيلة في طبقة كروم معتم غشائية. Sta Si متوسط الزمن الحادث (العرضي) والمُرْسَل (المنقول) لناقلات بوينتنج، على التوالي؛ kta ki، ناقلات الموجة الحادثة والمُرْسَلة، على التوالي. **ب،** EFCs ثلاثية الأبعاد المحسوبة لموجة مستوية فوق البنفسجية للطول الموجي بالفضاء الحر $\lambda_0$=363.8 نانومتر في بنية المادة الفوقية كما هي، وفي الفضاء الحر ($k_0$، ناقل الموجة بالفضاء الحر). عملية الانكسار السلبي لناقلات بوينتنج وناقلات الموجة في السطح البيني بين الهواء والمادة الفوقية موضحة لزاوية الحدوث ($\theta_i$=40°)؛ يتم تمثيل المحافظة على مكون ناقل الموجة التماسي بخط أسود مشكَّل من شرطات ونقاط.



الوراثة الجزيئية

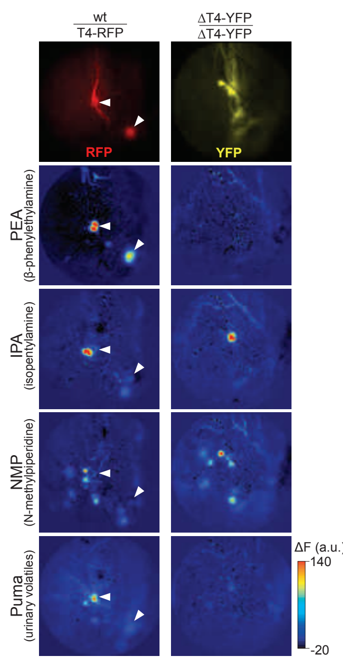
## مستقبِلات شَمِّيَّة متخصِّصة

عملية الشَّمِّ أمر حيوي لمعظم الحيوانات، لكنها تعتمد على آلاف من جينات مستقبِلات للشم، التي يؤدي حذفها فرديًّا عمومًا إلى قليل ـ إنْ وُجد ـ من الخلل السلوكي الذي يمكن كشفه. وقد أظهر توماس بوتزا وزملاؤه أن حذف مستقبِل واحد مرتبط بتتبع «أمين» TAAR4 في الفئران يلغي تمامًا النفور من تركيزات منخفضة للأمينات الطيارة ورائحة بول المفترس (البوما) تمامًا. وتدل النتيجة (القائلة بأن جينًا واحدًا مستقبِل للرائحة يمكن أن تكون له وظائف رئيسة، غير زائدة عن الحاجة) على أنّ هناك حدودًا لكيف يمكن أنْ يكون كشف الرائحة الاندماجي في واقع الأمر.

**Non-redundant coding of aversive odours in the main olfactory pathway**

A Dewan *et al*

doi:10.1038/nature12114




**الشكل أسفله | حذف جين Taar واحد يزيل النفور من «أمين» محدد وروائح المفترس الطبيعية. أ**، تصوير بالجسم الحي من البصلة الشمية الذَّنَبية الإنسية (الوسطية) اليسارية لفأر T4-RFP متخالف الزيجوت وفأر ΔT4-YFP مُتَماثِل الزيجوت (الأمامي للأعلى، والوسطي لليمين). كُبَيبات TAAR4 موسومة في فئران T4-RFP (اللوحة اليسرى الأعلى، الأحمر)، وتتم الإشارة إلى مواقعها برؤوس الأسهم في اللوحات اللاحقة. جميع كُبَيبات TAAR4 الظهرية، باستثناء تلك المناظرة لحذف الجين Taar4، وهي موسومة في فئران ΔT4-YFP متماثلة الزيجوت (اللوحة الأعلى اليمنى، الأصفر). وتُظْهِر اللوحات زائفة التلوين آثار رائحة تغيرات الفلورسنت استجابةً إلى (150nM ،PEA (24 nM v.c.)، (NMP (v.c.، وبول البوما (البخار غير المخفف للحجم المتروك في الجزء العلوي من الوعاء المملوء). تُعرض خرائط الاستجابة (ΔF) في وحدات عشوائية. الاستجابة القصوى، ΔF \F %7.5.

البيولوجيا البنيوية

## بِنْيَة ووظيفة البروتيزوم

البروتيزوم proteasome هو مركب بروتيني، يفكِّك الركائز المُقْتَرِنَة باليوبيكويتين. ويتكون بروتيزوم 26S من الجسيمات الأساسية (CP) ، والجسيمات التنظيمية (RP) التي تتكون من قاعدة وغطاء. وفي هذه الدراسة، قدَّم دانيال فينلي وزملاؤه تبصُّرات بنيوية ووظيفية في تجميع مركب جسيمات القاعدة الأساسية.

**Reconfiguration of the proteasome during chaperone-mediated assembly**

S Park *et al*

doi:10.1038/nature12123

البيولوجيا البنيوية

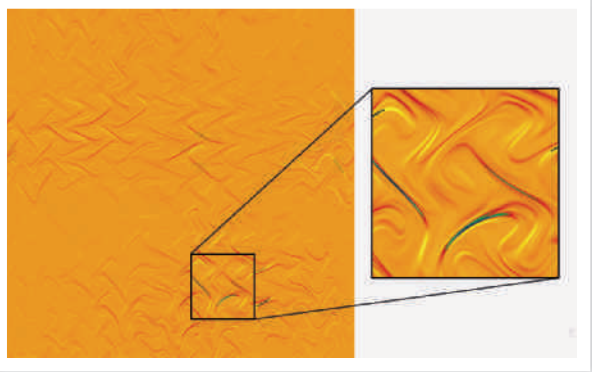
## إنزيم صغير قـوي التأثير

الإنْزيم الغشائي المتكامل كيناز ثنائي أسيل الجلايسرُول منخرطٌ في توليد قليل السَّكاريد، المشتق من الغشاء الهيولي (الغشاء المحيط بالجبلة)، وعَديد السَّكاريد الشَّحْمِيّ بالغشاء الخارجي للبكتيريا سالبة الجرام. وهذا هو أصغر إنزيم كيناز معروف؛ حيث يحتوي على 121 فقط من بقايا الأحماض الأمينية، فأصبح نموذجًا لدراسة سلوك البروتين الغشائي وعلم الإنزيمات. ومؤخرًا، نشر مارتن كافري وزملاؤه البِنَى البلورية ـ بالأشعة السينية ـ لإنزيم كيناز ثنائي أسيل الجلايسرول الفِطْري (الطبيعي)، ولاثنين من الطفرات الوظيفية الثابتة حراريًّا (لا تنحل بالحرارة) بدقة تحليلية عالية الاستبانة. والحقيقة الجديرة بالاهتمام أن البِنَى البلورية مُغايِرة للبنية الوحيدة المنشورة لإنزيم كيناز ثنائي أسيل الجليسرُول التي حُلّت باستخدام محلول الرنين النووي المغناطيسي (NMR). وبدورهما، ناقش جيمين چنج، وزونجتشاو جيا العوامل التي ربما أسهمت في التفاوت بين الرنين النووي المغناطيسي، والبِنَى البلورية.

**Crystal structure of the integral membrane diacylglycerol kinase**

D Li *et al*

doi:10.1038/nature12179



الفيزياء الفلكية

## توليد تنظيم مغناطيسي من الفوضى

تؤدِّي المجالات المغناطيسية واسعة النطاق دورًا حاسمًا في تكوين النجوم، والديناميّات النجمية، وأقراص التراكم (التعاظم)، وظواهر فيزيائية فلكية أخرى، إذ يمكنها عرض درجات عالية من التنظيم ـ دورة المجال المغناطيسي الإحدى عشريّة (كل 11 سنة) مثال مألوف لذلك ـ وهو أمر يثير مسألة كيفية نشوء هذا التنظيم من فعل مولِّد (دينامو) التدفق المضطرب. والمشكلة هي أنه بينما تكون مجالات الدينامو منظمة جيدًا عند توصيلية منخفضة (يتم قياسها بعدد رينولد المغناطيسي $R_m$)، تهيمن على بِنْيتها تقلبات متفاوتة صغيرة النطاق عند ارتفاع قيم عدد رينولد المغناطيسي. ويقدِّم ستيفن توبياس، وفاوستو كاتّانيو هنا تفسيرًا.. فَهُما يُظْهِران أن المحاكاة فائقة الدقة للدينامو يمكن أن تولِّد مجالات منتظمة لدى ارتفاع قيم أعداد رينولد عبر آلية تضم موجات الدينامو، وهو بالضبط ما اقترحه يوجين باركر منذ أكثر من 60 عامًا لتفسير أصل دورة النشاط الشمسي.

**Shear-driven dynamo waves at high magnetic Reynolds number**

S Tobias *et al*

doi:10.1038/nature12177

**الشكل أعلاه | حل دينامو النطاق الصغير.** رسم كثافة اللون بيانيًّا لمدى كثافة المجال المغناطيسي ($B_x$) بالاتجاه الأفقي x، في السطح z50 لنطاق المدى الأفقي 2π×2π. تم معايرة هذا الرقم بين (+1) و(-1). ونتيجة لذلك ولجميع الحسابات اللاحقة، عدد رينولد المغناطيسي $R_m$ المرتبط بالتدفق الخلوي الأوسع نطاقًا يقارب رتبة 2500 (بعدد موجي k=8). وقد تَوفَّرت دقة كافية لتلك الحسابات بواسطة شبكة ذات 2048 من نقاط الانتظام بكل اتجاه. في اتجاه z، تكون اعتمادية المجال جيبية ذات عدد موجي مميَّز ($k_z$). وتكون قيمته هنا ($k_z$=2.5)، وهي قيمة مقاربة لقيمة يكون فيها معدل النمو قيمة عظمى مقابل ذلك التدفق، موافقة للبنى المغناطيسية التي يبلغ طولها ضعف عرضها تقريبًا. وينبغي أن نلاحظ أنه عند مثل تلك القيم المرتفعة لعدد رينولد المغناطيسي، يكون منحنى معدل النمو الأقصى متسعًا إلى حد ما في ($k_z$)، أي أن معدل النمو غير حساس محليًّا لقيمة ($k_z$). والواقع أنّ تغيير ($k_z$) بمعامل اثنين لا يقود إلى تغيير بمعدل النمو ضمن دقة قياس معدل النمو. والصورة الملحقة عبارة عن تكبير للمنطقة المؤطَّرة باللوحة الرئيسة، وهي تعرض التفاصيل الدقيقة للمجال المغناطيسي صغير النطاق.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفيزياء الفلكية

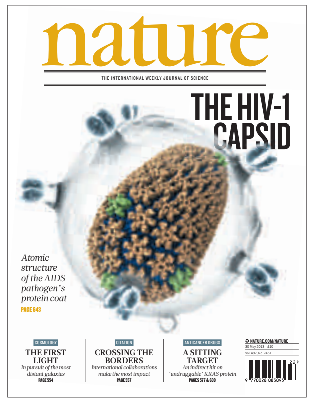
## فَيْض مغناطيسي متجمِّد بِبلازْما رقائق

تُظْهِر المحاكاة الديناميّة المائية المغناطيسية للبلازما الممغنطة ـ عند توصيلية مرتفعة ـ أنه بينما يمكن اعتبار الفيض المغناطيسي «مُجمَّدًا» في وسط التدفق الرقائقي laminar flow، ففي وسطٍ مضطرب يمكن أن تصبح حركة خطوط المجال غير مُحدَّدة. ولهذه النتائج أهمية في دراسة البلازما الفيزيائية الفلكية، كتلك الموجودة بإكليل الشمس، مما يوضح كيف يمكن تعجيل آليات المستوى المجهري لخط الانزلاق؛ لإعادة الاتصال بسرعة في البِنَى الفلكية واسعة النطاق.

**Flux-freezing breakdown in high-conductivity magnetohydrodynamic turbulence**

G Eyink *et al*

doi:10.1038/nature12128




**غلاف عدد 30 مايو 2013**

**طالع نصوص الأبحاث فى عدد 30 مايو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.**

الجينوم

## جينوم الصنوبريّات يبدو ضخمًا

نُشرت مؤخرًا المسودة الأولى لجينوم النباتات عارية البذور، وهي لجينوم الشجرة الراتنجية النرويجية (التنوب)، وقد أصدرها اتحاد مشروع جينوم الشجرة الراتنجية. ويعود الجينوم أصلاً إلى شجرة وُجِدَت في عام 1959 شرق مقاطعة جامتلاند، وسط السويد. ويتشكل الجينوم من 20 جيجا قاعدة، وهو أكبر بأكثر من مئة مرة من نموذج الأنواع النباتية "نبات الأرابيدوبسيس"، أو ما يُسمّى (الرشاد). والاثنان يحتويان على عدد مماثِل من الجينات. وقد جاء حجم الجينوم الكبير نتيجةً لتراكم العناصر القابلة للنقل. ويشير فك التتابعات المقارن لخمسة جينومات إضافيّة من عاريات البذور إلى أن تنوع العناصر القابلة للنقل مشترَك بين الصنوبريّات الموجودة. وبيانات التسلسل متاحة للاطلاع على موقع ConGenIE www.congenie.org.

**The Norway spruce genome sequence and conifer genome evolution**

B Nystedt *et al*

doi:10.1038/nature12211

علم الأعصاب

## العصبونات غير المتخصِّصة، والإدراك

عندما ينفِّذ حيوانٌ مهمّة إدراكيّة، فغالبًا ما يتم "ضبط" العصبونات الفرادى في قشرة الفص الجبهي باتجاه مختلف الجوانب المتعلقة بالسلوك. وغالبًا ما يصعب فك خليط الاستجابات الناتج. وهذه الدراسة للنشاط العصبي لدى قردة تنفذ مهمة ذاكرة لسلسلة أشياء. وتم تصميمها للوقوف على ما إذا كانت غلبة العصبونات مختلطة الانتقائية بقشرة الفص الجبهي حاسمةً للوظيفة قيد الأداء، أم لا. وتشير النتائج إلى أن العصبونات مختلطة الانتقائية تحوي قدرًا من المعلومات، يضاهي نظيره لدى العصبونات عالية التخصص، في ترميز جانب واحد متصل بالمهمة. وتقدِّم العصبونات الانتقائية المختلطة في الواقع ميزة حسابية مهمّة عن الخلايا المتخصصة ببعض الجوانب. والطرق الحسابية الجديدة المطورة لهذا العمل ـ لاستخراج مجموعات معلومات غنية من النشاط العصبي المسجل ـ ينبغي أن تسهِّل دراسة العصبونات مختلطة الانتقائية الملحوظة بشكل واسع، ولكن نادرًا ما يتم تحليلها.

**The importance of mixed selectivity in complex cognitive tasks**

M Rigotti *et al*

doi:10.1038/nature12160

الفيزياء الفلكية

## مضادات مَوَاطِن خَلَل من نجم متباطِئ

لُوحِظَت مئات من مَوَاطِن الخلل (glitches) في انبعاثات نجوم نابضات الراديو pulsars، والنجوم المغناطيسية magnetars ـ وهي نجوم نيوترونيّة مغناطيسيّة قوية، تنبعث منها أشعة سينيّة، وأشعة جاما ـ وانخرطت بارتفاع مِغْزليّ مفاجئ، أو ارتفاع السرعة الزاويّة السطحيّة. ويُعتقد أن مواطن الخلل تظهر عندما ينتقل زخم الحركة الزاوية بين القشرة الخارجية الصلبة، ومكوِّن المائع الفائِق بالقشرة الداخلية. وتُورِد هذه الدراسة أولى مشاهدات «مضادات مَوَاطِن خَلَل»، وهو حدث انخفاض مِغْزليّ مفاجئ بالنجم المغناطيسي 1E 2259+586. يتزامن الحدث مع اضطرام أشعة سينيّة، ودفقات أشعة سينية مماثلة لتلك التي ظهرت خلال مَوَاطِن خَلَل ارتفاع مِغْزلي سابق لنجم مغناطيسي، مما يشير إلى أن الأصل في جوف النجم، عوضًا عن الكرة المغناطيسية. ولا تتنبأ النماذج الراهنة لانخفاض غزل النجوم النيوترونيّة بمثل ذلك السلوك.

**An anti-glitch in a magnetar**

R Archibald *et al*

doi:10.1038/nature12159

تغير المناخ

## المحيط المتجمِّد الشَّمالي وتَفَاوُت المناخ

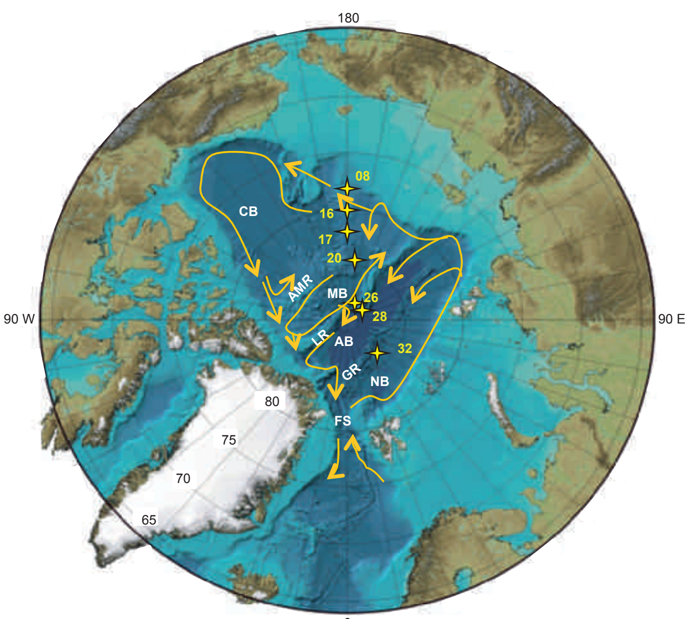
للمحيط المتجمد الشمالي تأثير أساسي على نظام المناخ العالمي عبر إنتاج الجليد البحري وإسهاماته في التقليب الدوراني الجنوبي للأطلسي. ومؤخرًا، قامت شارون هوفمان وزملاؤها بتَنسُّب البروتكتينيوم–231 إلى نظائر الثوريوم–230 في سبع أنوية رسوبية محيطية؛ لفحص أنماط ترسيب العنصر المتفاعل مع الجسيم أثناء الظروف الجليدية والانصهارية، وما بينهما. ووجدوا أن المحيط المتجمد الشمالي دَفَعَ بالمياه باستمرار إلى المحيط الأطلسي طوال حقبة زمنية قدرها 35000 عام. وهذا يتناقض مع مناطق أخرى كثيرة، حيث ترتبط تغيرات المناخ الجليدية الانصهارية مع تحوُّلات عميقة في دوران المحيطات.

**Persistent export of [231]Pa from the deep central Arctic Ocean over the past 35,000 years**

S Hoffmann *et al*

doi:10.1038/nature12145

**الشكل أسفله | مواضع سبع أنوية صندوقية لترسبات بروتكتينيوم-231 بقطع عرضي عبر المحيط المتجمد الشمالي.** الأنوية الصندوقية PL-94-AR رقم 08 و16 و17 و20 وحوض ماكاروف، عمق الماء 3.1-1 كيلومترات. النواة الصندوقية PL-94-AR رقم 26، نتوء لومونوسوف، 1 كم؛ النواة الصندوقية 28، حوض أموندسِن، كيلومتران؛ النواة الصندوقية 32، حوض نانسِن، 3.5 كيلومترات. سمات قياس الأعماق القطبية الشمالية: CB، حوض كندا؛ AMR، نتوء ألفا مندليف؛ MB، حوض ماكاروف؛ LR، نتوء لومونوسوف؛ AB، حوض أموندسِن؛ GR، أخدود جاكِل؛ NB، حوض نانسِن؛ FS، مضيق فرام. تُظهر الأسهم البرتقالية أنماط الدوران المتوسط والعميق. الخريطة الأساسية المستخدمة هي مخطط قياس أعماق المحيطات الدولي للمحيط المتجمد الشمالي.

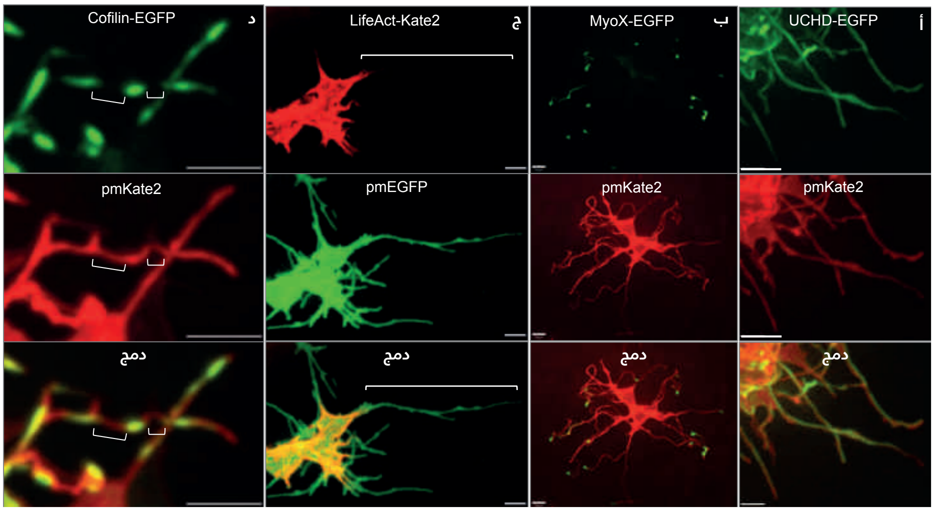


الفيزياء

## فراشة «هوفستاتر» تظهر بشبكات جرافين

في عام 1976، تنبَّأ دوجلاس هوفستاتر بأنّ الإلكترونات في شبكة معرضة لمجالات كهربية ساكنة ومغناطيسية تُظهِر طيف طاقة مميزًا، يحدِّده التفاعل بين مجالين كَمِّيَّيْن. وسوف يضم الطّيف المتوقع شكلًا متكررًا كالفراشة، يُعرف بفراشة «هوفستاتر». وأثبت التحقق التجريبي للظاهرة صعوبته، بسبب معضلة إنتاج شبكة فائقة خالية من العشوائية بكفاءة، حيث يمكن لمقاييس الطول للمجال المغناطيسي والكهربائي التنافس حقًّا مع بعضها. ومؤخرًا، تحقق ذلك الهدف مرتين. وأنتجت مجموعتان مستقلتان شبكات فائقة، وذلك بوضع جرافين فائق النقاء (حسبما فعل بونومارينكو وزملاؤه)، أو جرافين ثنائي الطبقات (حسبما فعل كيم وزملاؤه) على طبقة سفلية (ركيزة) من نيتريد البورون السداسي، واصطفاف الأغشية بلَّوريًّا بزاوية محددة؛ لإنتاج بِنْيَات فائقة (علويّة) بنمط مويري. وتوفِّر قياسات النقل الإلكتروني على شبكات مويري الفائقة دلائل واضحة على طيف «هوفستاتر». ويقدِّم المنفذ التجريبي الموضَّح للطيف الكسوري فرصًا لدراسة تأثيرات التشويش المركبة بنظام كَمِّي قابل للضبط.

**Cloning of Dirac fermions in graphene superlattices**
L Ponomarenko *et al*
doi:10.1038/nature12187
Hofstadter's butterfly and the fractal quantum Hall effect in moiré superlattices
C Dean *et al*
/doi:10.1038




التطور الجزيئي

# بروتين القنفذ الصوتي في حِرَاك

إنّ الحركة المقنّنة لبروتينات التأشير ضمن الأنسجة أمرٌ بالغ الأهمية للتطور الطبيعي. وفي هذه الدراسة، درست ماريا بارنا وزملاؤها الحركة طويلة المدى لبروتين التأشير المعروف بالقنفذ الصوتي (SHH) باستخدام التصوير بالوقت الحقيقي لخلية مفردة في برعم طرفي لفرخ نامٍ في الجسم الحي. وأظهروا أن بروتين القنفذ الصوتي ـ وهو مطلوب لتنميط المحور الأمامي الخلفي ـ يتم إنتاجه في شكل جسيم يظل مرتبطًا بالخلية من خلال ملحقات سيتوبلازمية (هَيوليَّة) أكتينيّة الأساس (رُجَيْلات خيطية) *filopodia* تمتد عدة أقْطار خلوية. وتحدِّد هذه النتيجة توجهًا مهمًّا للاتصال بين الخلايا خلال تنميط الفقاريّات.

**Specialized filopodia direct long-range transport of SHH during vertebrate tissue patterning**
T Sanders *et al*
doi:10.1038/nature12157

**الشكل أعلاه | الامتدادات (الملحقات) السيتوبلازمية للُّحْمَة المتوسطة للطرف فئةٌ من رجيلات (أرجل كاذبة) خيطية متخصصة أكتينية الأساس. أ،** تُظْهِر الصباغة بمادة (UCHD–eGFP) أن امتدادات الرجيلات الخيطية الكاذبة للغشاء المسمى pmKate2 تحتوي على خيوط الأكتين. **ب،** ميوسين (X–eGFP) MYOX–eGFP مُترَجم محليًّا بالنسبة إلى كل رجيلات pmeKate2 الخيطية، ومتركِّز بالطرف البعيد. **ج،** يُطلَق LifeAct-mKate2 على الجانب القريب من رجيلات pmeGFP الخيطية فقط، ولا تُطلق على كل الامتداد، كما هو موضح بالقوس. **د،** Cofilin–eGFP حاضر بالنطاقات المتقطعة بمحاذاة الرجيلات الخيطية، وتظهر المناطق السلبية بالأقواس الهلالية. مقياس البار، 3 مايكرومترات (أ) و 5 مايكرومترات (ب-د).

البيئة القطبية

## سهول «التندرا» تستجيب للاحترار

يُخزَّن حوالي نصف الكربون بتربة العالم عند خطوط العرض القاصية. ولذلك.. ينبغي فهم كيفية استجابة تلك المناطق للتغيرات المناخية. وبدايةً، يُسَرِّع الاحترار التحلُّل، ويرفع الإنتاجية، لكن تأثيرات المدى الأطول تعتمد على كيفية تطور منظومات بيئة التربة مع الزمن. وتشير هذه الدراسة إلى اكتشافات من خلال تجربة احترار تمتد لعقدين في النظام البيئي لسهول «التندرا» بألاسكا. وإجمالاً، أثبتَ نظام تربة سهول القطب الشمالي مقاومته لفقدان الكربون. وكانت هناك زيادة في انتشار الشجيرات، رغم انخفاض نشاط عوامل التحلل عند السطح، إلا أنه ارتفع في التربة المعدنيّة العميقة عقب «صحوة حيوية». وخلص الباحثون إلى أولويّة تحديد الآليّات التي بموجبها يُحفِّز الاحترار نشاط التحلل وينظمه في العمق، حيث يُخزَّن كثيرٌ من كربون التربة دائمة التجمد.

**Long-term warming restructures Arctic tundra without changing net soil carbon storage**
S Sistla *et al*
doi:10.1038/nature12129

الفيزياء الفلكية

## الأرض والزهرة من فئتين مختلفتين

تفترض النظريات المقبولة لتكوين الكواكب عمومًا أن الكواكب ذات الأحجام المبكرة المتماثلة سيكون لها التاريخ المبكر نفسه للتبريد. ويبيِّن كايكو هامانو وزملاؤه أن الكواكب الصخرية تنقسم إلى فئتين متمايزتين نوعيًّا، بناءً على تاريخها التطوري أثناء تصلبها من حالة انصهارية أولى. وقد تشكّلت كواكب النوع (I) على بعد يتجاوز مسافة حرجة محددة من النجم المضيف، وتحولت الكواكب إلى الحالة الصلبة خلال عدة ملايين من السنين، واحتفظت بمعظم مياهها التي كونت المحيطات المبكرة. وفي حين تشكلت كواكب النوع (II) داخل المسافة الحرجة، واستمر محيط الصهارة لمدة تبلغ 100 مليون سنة، وقد جفف التسرب الهيدروديناميكي تلك الكواكب أثناء عملية التصلب البطيئة. ويمكن تصنيف الأرض ككوكب من النوع (I)، لكن كوكب الزهرة تكوَّن قرب المسافة الحرجة، ويشير سطحه الجاف ووِشاحه إلى أنه قد يكون من كواكب النوع (II).

**Emergence of two types of terrestrial planet on solidification of magma ocean**
K Hamano *et al*
doi:10.1038/nature12163

البيولوجيا البنيوية

## البِنْيَة الذريّة لقُفَيْصَة فيروس (HIV-1)

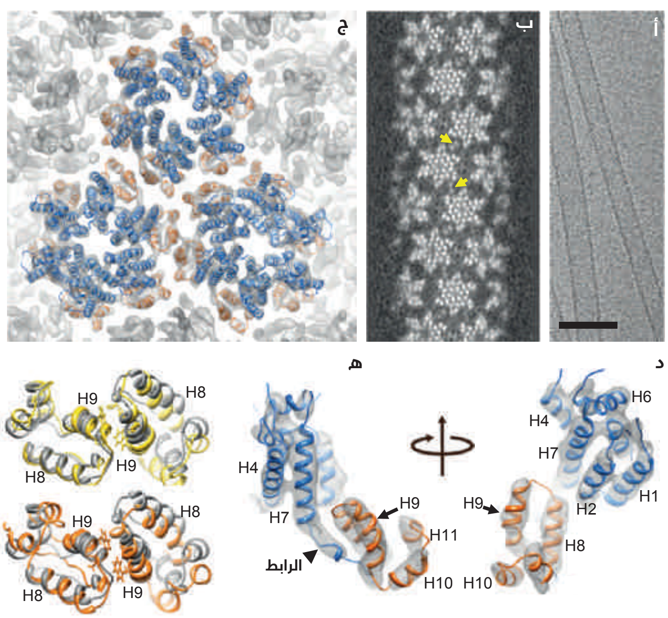
يحتوي الفيروس السائد لمرض نقص المناعة المكتسبة HIV-1 على قُفَيْصَة كروية تحيط بجينوم الحمض النووي الريبي الفيروسي. ومع نضج الفيروس الارتجاعي، تتشكل القُفَيْصَة عبر تجمُّع تلقائي لـ"قليل الوحدات" oligomerization من بروتين القُفَيْصَة CA. وباستخدام مجهر إلكترون تبريد العيِّنة، ومجهر إلكترون التصوير المقطعي بتبريد العينة، مقترنًا بمحاكاة الديناميّات الجزيئية لكل ذرة على نطاق واسع، حدَّد جونجيو جاو وآخرون البنية الذَّرِّيَّة الكاملة لقُفَيْصَة capsid فيروس نقص المناعة البشرية HIV-1. وتكشف النماذج البنيوية الناتجة العناصرَ الأساسية لتشكيل القُفَيْصَة واستقرارها ومستوى العدوى الفيروسية. وتتمتع التفاعلات الواضحة الكارهة للماء باهتمام خاص لسطح بَيْني ثلاثي جديد بين المجالات طرَفِيّة الكَرْبُوكْسِي carboxy لبروتين القُفَيْصَة CA، وهي سمة تظهر فريدة من نوعها للقُفَيْصَة الناضجة، وقد سبق اقتراحها هدفًا علاجيًّا، وربما جذابًا.

**Mature HIV-1 capsid structure by cryo-electron microscopy and all-atom molecular dynamics**

G Zhao *et al*

doi:10.1038/nature12162

**الشكل أسفله | عملية تركيب باستخدام مجهر إلكترون يعمل بتبريد العيِّنة لتجميع أنبوبي لقُفيصة (كابسيد) فيروس نقص المناعة البشرية المكتسبة-1 (HIV-1)** عند دقة 8 A° (أنجستروم) وMDFF. صورة مجهر إلكترون يعمل بتبريد العيِّنة لتجميع أنبوبي هجين لقَفيصة A92E. مقياس بار، 100 نانومتر. **ب**، خريطة كثافة الإلكترون لأنبوب قَفيصة A92E عند التماثل الحلزوني (12-، 11). تشير الأسهم الصفراء إلى أزواج الحلزون H9، وتقع بين السداسيّات المتجاورة. **ج**، نموذج MDFF لتجميع قَفيصة فيروس نقص المناعة البشرية المكتسبة-1 (HIV-1) مُتَراكِب مع خريطة كثافة الإلكترون عند مستوى (كنتور) 4.0$_\delta$. تظهر ثلاثة سداسيات للقَفيصة مع NTDs (أزرق) وCTDs (برتقالي). **د**، نموذج MDFF من مونومر(جزيء بلمرة) القَفيصة منظورًا من زاويتين. **هـ**، بنيتان دايمر CTD على طول الاتجاهات حلزونية 1- (برتقالي) و11 (أصفر)، ومُتَراكِب على بنية دايمر حل بالرنين النووي المغناطيسي (رمادي، 2KOD).




الكيمياء الحيوية

## استهداف غير مباشر لبروتين «Ras»

إنّ جين «Ras» هو الجين الورمي متكرر الطفرات، والمستهدف الرئيس في اكتشاف العقاقير المضادة للسرطان، لكنّ البحث عن مُعَدِّلات جزيئية صغيرة فعالة علاجيًّا غير مثمر. وهنا، يصف هربرت والدمان وزملاؤه نهجًا جديدًا لاستهداف K-Ras على أساس التداخل مع تقييده إلى البروتين الرابط لمجموعة البرينيل (PDEδ)، وهي استراتيجية تبدِّل موقع K-Ras الخلوي. وقد أنتجت عملية تصفية المثبط جزيئات صغيرة، تقيد انتقائيًّا إلى الجيب المقيد للبرينيل من مجموعة البرينيل (PDEδ)، مع ألفة نانومولية، وتثبط تأشير الجين الورمي K-Ras، وتقمع تَكَاثُر خطوط خلايا البنكرياس البشرية المعتمِدة على K-Ras. وقد يُلْهِم هذا النهج بتطوير جزيئات مرشحة للتطوير الإكلينيكي.

**Small molecule inhibition of the KRAS–PDEδ interaction impairs oncogenic KRAS signalling**

G Zimmermann *et al*

doi:10.1038/nature12205

البيولوجيا الجزيئية

## مركبات BAF تناهض السرطان

إنّ وُحَيْدَةBAF المتعددة لمركب إعادة بناء الكروماتين تنظِّم التعبير الجيني. والطفرات في وُحَيْدَة Brg1 تشيع بسرطانات معينة. وقد أظهر جيرالد كرابتري وزملاؤه أنه في غياب وحيدة Brg1، أو في وجود Brg1 المحتوية على طفرات موجودة بمرض الورم الأرومي النُّخاعِي، تشكل الكروموسومات جسور الطور الانفصالي، وتخضع الخلايا لطور الإيقاف G2/M. ووجد الباحثون أن مركب BAF يتفاعل مع توبوإيزوميراز TOP2A (IIα)، وهو الإنزيم الذي يزيل سلسلة الكروموسومات المكرّرة (المتضاعِفة) أثناء الانقسام الميتوزي. وبدون نشاط ثلاثي فوسفات الأديتوزين (أتباز) ATPase بشأن Brg1، لا يمكن تقييد توبوإيزوميراز بالحمض النووي؛ مما ينتج كروموسومات متشابكة وغير منفصلة بشكل صحيح. وتشير هذه النتائج إلى أن منع تشابك الحمض النووي في الانقسام الميتوزي بواسطة توبوإيزوميراز يتطلب مركبات BAF، وأن هذا النشاط يسهم في دور وُحَيْدات BAF الفرعية ككَابِحَات للورم.

**BAF complexes facilitate decatenation of DNA by topoisomerase IIα**

E Dykhuizen *et al*

doi:10.1038/nature12146

التاريخ الطبيعي

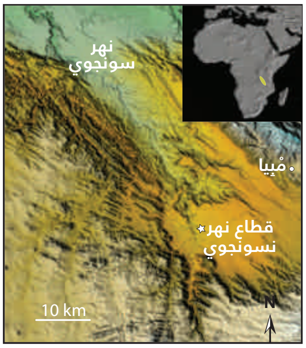
## تعايُش القردة الصغيرة والعليا منذ القِـدَم

تشير الأدلة الجزيئية إلى أنّ الانفصال التطوري بين الأناسيّات (القردة العليا، وأشباه البشر) والقردوحيّات (قردة العالم القديم) وقع منذ 25 مليون إلى 30 مليون سنة، لكن الأدلة الأحفوريّة لسُفليّات المِنْخَرَيْن (الأناسيات والقردوحيات) تعود إلى حوالي 20 مليون سنة فقط. وكانت نانسي ستيفينز وزملاؤها قد قطعوا شوطًا في ملء هذه الفجوة باكتشاف الدليل الأكثر قِدَمًا للقردة الصغيرة، والقردة العليا بالعالم القديم. وقد وُجدت حفريات جذع أناسيات، وجذع قردوحيات بطبقة أرضية بأخدود شرق أفريقيا بتنزانيا، تعود بالضبط إلى 25.2 مليون سنة. ويضيف هذا التاريخ ـ الذي يرجع إلى حقبة «أوليجوسين» ـ معلومات قيّمة عن حقبة وجود المجموعتين.

**Palaeontological evidence for an Oligocene divergence between Old World monkeys and apes**

N Stevens *et al*

doi:10.1038/nature12161




**الشكل أعلاه | موقع ووصف الطبقات الصخرية للمنطقة الحاملة للرئيسيّات (Nsungwe 2B)، بجنوب غرب تنزانيا.** **أ**، نموذج ارتفاع رقمي لمنطقة الدِّراسة القائمة على بيانات بعثة طوبوجرافية الرادار المكوكيّة (SRTM). تلقي الخريطةُ المرفقة الضوءَ على موضع صدع روكوا بشرق أفريقيا (أصفر بيضاوي).

المنظومات الحيوية

## تبسيط حساب الخَلِيّة الحيّة

يهيمن المنطق الرقمي على تصميم أنظمة التحكم الجيني الجديدة للبيولوجيا التخليقية. وهذا يُعتبَر ترتيبًا معقَّدًا. ومؤخرًا، استطاع تيموثي لو وزملاؤه تسخير لَبِنَات بناء تناظرية موجودة في الخلايا الطبيعية؛ لأداء العمليات الحسابية بالمجال اللوغاريثمي. ومثْل هذه الدوائر التناظرية ـ التي يمكن تكاملها مع الدوائر الرقمية ـ ينبغي أن تتيح استخدام مكوناتٍ أقل؛ لتنفيذ عمليات حسابية معقدة تتطلب نطاقًا ديناميكيًّا واسعًا بمجال الاستشعار الحيوي.

**Synthetic analog computation in living cells**

R Daniel *et al*

doi:10.1038/nature12148



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الكيمياء الحيوية

## آلية تغذية الْتِقامِيّة لخلايا السرطان

تصف هذه الدراسة مسارًا غير معروف سابقًا لتوريد الغذاء إلى الخلايا السرطانية. وتُعرف بروتينات Ras المكوّنة للورم بتعزيز الاحْتِساء الكُلِّي، وهي عملية الْتِقامِيّة، يتم بها إدخال السائل خارج الخلوي ومحتوياته إلى داخل الخلايا، عبر حويصلات تسمَّى جُسَيْمات احْتِسائِيّة كُلِّيَّة. ومؤخرًا، أظهرت دفنة بار ساجي وزملاؤها أن الخلايا المتحوِّلة بفعل بروتينات Ras يمكنها استخدام هذه العملية «للتغذية» بالبروتين خارج الخلوي. ويخضع البروتين المُحتسَى كليًّا للانحلال؛ مما يُفضِي إلى الأحماض الأمينية الحرة اللازمة لدعم نمو الورم. وتشير النتائج إلى أنّ تثبيط الاحْتِساء الكُلِّي قد يكون فعالًا ضد بعض السرطانات.

**Macropinocytosis of protein is an amino acid supply route in Ras-transformed cells**

C Commisso *et al*

doi:10.1038/nature12138

البيولوجيا البنيوية

## تحديد بِنْيَة ناقل النترات/ النيتريت

تُعتبَر النيترات nitrate أساسية لأيض النيتروجين، لكن النيتريت nitrite يمكن أن تكون ضارة بالخلية، لأنها قد تُختزَل إلى أكسيد النيتريك السام للخلايا. لذلك.. يُزال النيتريت الخلوي بسرعة من الخليّة بالقنوات والناقلات، أو يُختزَل إلى أمونيوم، أو ثنائي النتروجين بفعل إنزيمات الاستيعاب. والمدهش أن المعلومَ قليلٌ حول نقل النترات، لكن مؤخرًا تم تحديد البنية البلوريّة بالأشعة السينية لبروتين نقل النترات/ النيتريت في البكتيريا (NarK) بالركيزة، وبدونها. وتكشف البِنَى وجودَ مسارٍ موجب الشحنة لنقل الركيزة، يفتقد المتبقيات القادرة على أن تكون بروتونية، مما يرجح أن NarK يعمل كمُبادِل للنترات/ النيتريت، لكن لا يرجَّح أن تكون البروتونات مشاركة في نقلها.

**Crystal structure of a nitrate/nitrite exchanger**

H Zheng *et al*

doi:10.1038/nature12139




**غلاف عدد 6 يونيو 2013**

**طالع نصوص الأبحاث فى عدد 6 يونيو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.**

البيولوجيا الجزيئية

## استشعار الاضطرابات الجينوميّة والكروماتينيّة

عندما يشهد الحمض النووي كسرًا في الجديلة المزدوجة، يتم تنشيط إنزيم كيناز رَنَّحُ تَوَسُّع الشعيرات المتحور (ATM kinase). وتقييد إنزيم أسيتيلترانسفيراز KAT5/Tip60 إلى علامة الهيستون المعدل (H3K9me3) يسهِّل تنشيط إنزيم كينازATM بواسطة أَشْتَلَة الكيناز. وفي هذه الدراسة، أظهر عبد الرحمن قايدي، وستيفن جاكسون أن إنزيم كيناز (c-Abl) يقوم بفَسْفَرة KAT5 على تيروزين 44 بعد تلف الحمض النووي، معزِّزًا تفاعله مع H3K9me3، ويسمح للإشارات الجارية بواسطة ATM لبدء تفعيل نقطة التفتيش عن تلف الحمض النووي. قد تساعد هذه النتائج في شرح آليّة عمل مثبطات إنزيم ديأسيتيلازاللايسين (KDAC) التي يجري تطويرها كعوامل علاجية، وبالتالي يمكنها إظهار كيف يمكن لهذه العقاقير أنْ تُستخدم بشكل أفضل ضد السرطان، وأمراض التَّنَكُّس العصبي.

**KAT5 tyrosine phosphorylation couples chromatin sensing to ATM signalling**

A Kaidi *et al*

doi:10.1038/nature12201

الكيمياء البنيويّة

## أعمال داخلية لجزيء مُفْرَد

تُستخدم أطياف رامان بشكل واسع لتمييز الجزيئات بالكشف عن الاهتزازات الجزيئية لتوقيعاتها. وقد تم تنقيح هذه التقنية لتكون فعّالة على مستوى جزيء واحد، وذلك بالاستفادة من المجالات البلازمية المتموضعة القوية، التي يمكنها تعزيز الإشارات الطيفية. تذهب هذه الدراسة إلى أبعد من ذلك، بإظهار تقنية متصلة بـ«تشتت رامان المحسَّن طرفيًّا» TERS الذي يسمح بالضبط الدقيق للرنين البلازمي، وتصوير رامان الطيفي باستبانة مكانيّة دون نانومتر واحد، مُظهِرًا حتى البنية الداخلية لجزيء مُفرد، وتركيب السطح بوضوح. تفتح تلك التقنية مسارًا جديدا للكيمياء الضوئية عند مستوى الجزيء الفرد، مقدِّمًا إمكانية تصميم وضبط وهندسة وظائف الجزيئات، حسب الطلب.

**Chemical mapping of a single molecule by plasmon-enhanced Raman scattering**

R Zhang *et al*

doi:10.1038/nature12151

علم الإحاثة

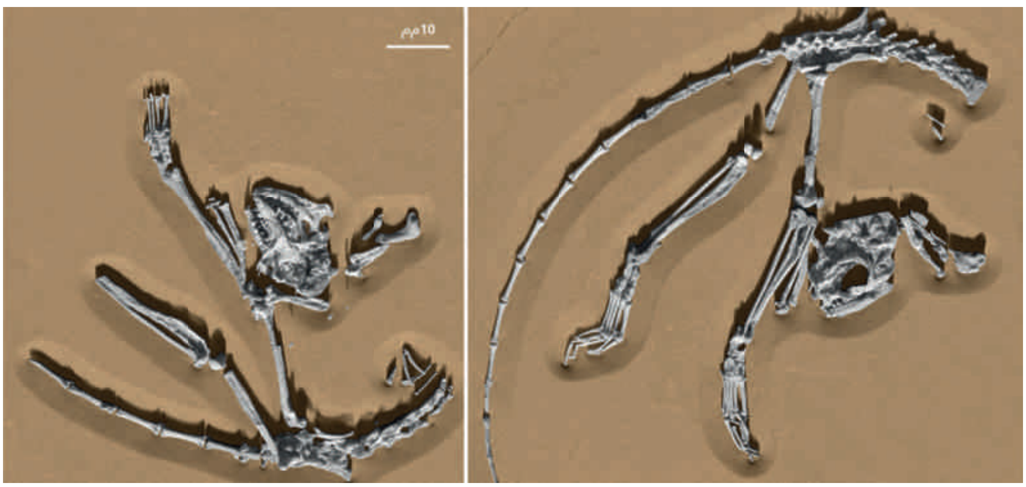
## رئيسيّات مبكِّرة محفوظة جيدًا

إنّ معرفتنا بالأطوار الأولى لتطوُّر الرئيسيات محدودة بثغرات في السجل الأحفوري. ومؤخرًا، تم تسليط بعض الضوء من خلال اكتشاف هيكل عظمي كامل تقريبًا، ومُمَفْصَل ـ بشكل كبير ـ لإحدى الرئيسيات الصغيرة والقديمة جدًّا من العصر الأيوسيني (الفجري) المبكِّر في الصين، ويعود تاريخها إلى حوالي 55 مليون سنة. ويبدو أن الرئيسيات المكتشَفة حديثًا هي أقدم أقارب فصيلة الرُّصُغِيَّات tarsiers المعروفة، مما يشير إلى تباين مبكر جدًّا لأنساب أشباه الإنسان من الرئيسيات الأخرى. كان هذا الحيوان المكتشف في حجم الليمور (الفأر القزم الحديث)، وتشير ملامح الهيكل العظمي إلى أنه كان آكِلاً للحَشَرات، وخفيف الحركة، وذا عادَة لَيْلِيّة.

**The oldest known primate skeleton and early haplorhine evolution**

X Ni *et al*

doi:10.1038/nature12200




**الشكل أسفله | عملية التركيب ثلاثي الأبعاد للعَيِّنة النوعية (IVPP V18618) من هيكل عظمي كامل لحيوان «أخيل طويل الذيل البدائي» أحد الرئيسيّات من العصر الأيوسيني المبكر قبل 55 مليون سنة. أ،** لوحة-أ، منظر ظهري للجمجمة، المنطقة القطنية (أسفل الظهر) والحوض، منظر ظهري جانبي للذيل، منظر خلفي للفخذ الأيسر، منظر وسطي للساق اليسرى، منظر أخمصي للقدم اليسرى، منظر جانبي للفخذ الأيمن، منظر جانبي للساق اليمنى، ومنظر ظهري للقدم اليمنى. **ب،** لوحة-ب، منظر بطني للجمجمة، والمنطقة القطنية والحوض، منظر أمامي جانبي للفخذ الأيسر، ومنظر خلفي إنسي للفخذ الأيمن. تظهر العظام الأحفوريّة باللون الرمادي الفاتح. تظهر القوالِب الرقمية التي تم تركيبها من انطباعات محفوظة بلون رمادي أكثر قتامة من العظام الحقيقية. العظام المنتجة لتلك الانطباعات إما أنها كانت محفوظة مع نظرائها أو فُقِدَت خلال تجميع العَيِّنة أو تحضيرها.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيزياء المُوَصِّلات

## الانتقالات حول الفجوة الزّائفة

ظلت طبيعة الفجوة الزائفة ـ وهي جزء من مخطط طور موصلات أكسيد النحاس الفائقة ذات الخواص الفيزيائية الشاذة ـ مسألةً مثيرة للاهتمام الشديد لأكثر من عقدين، وربما تحمل مفاتيح لآليّة درجة الحرارة الحرجة ($T_c$) فائقة التوصيل، التي ما زالت مراوِغة. وعند الاقتراب من حد الإشابة (doping) الأمثل، تُظْهِر موصلات أكسيد النحاس الفائقة سلوك «معدن غريب» يُعتقد في ارتباطه بالتقلُّبات القوية حول نقطة كمية حرجة. وتبيِّن هذه الدراسة أن الفجوة الزائفة في $YBa_2Cu_3O_{6+\delta}$ مُحاطة بخط من الانتقالات الطوريّة. إنّ اعتماد الإشابة لذلك الخط من النوع الذي ينتهي عند درجة الحرارة صفر داخل القبة فائقة التوصيل، يوحي بأن السلوك المعدني الغريب ـ وبالتالي التوصيل الفائق للمواد النحاسيّة ـ تحركه مدى الأهميّة الكَمِّيَّة.

**Bounding the pseudogap with a line of phase transitions in $YBa_2Cu_3O_{6+\delta}$**

A Shekhter *et al*

doi:10.1038/nature12165

فيزياء الموائع

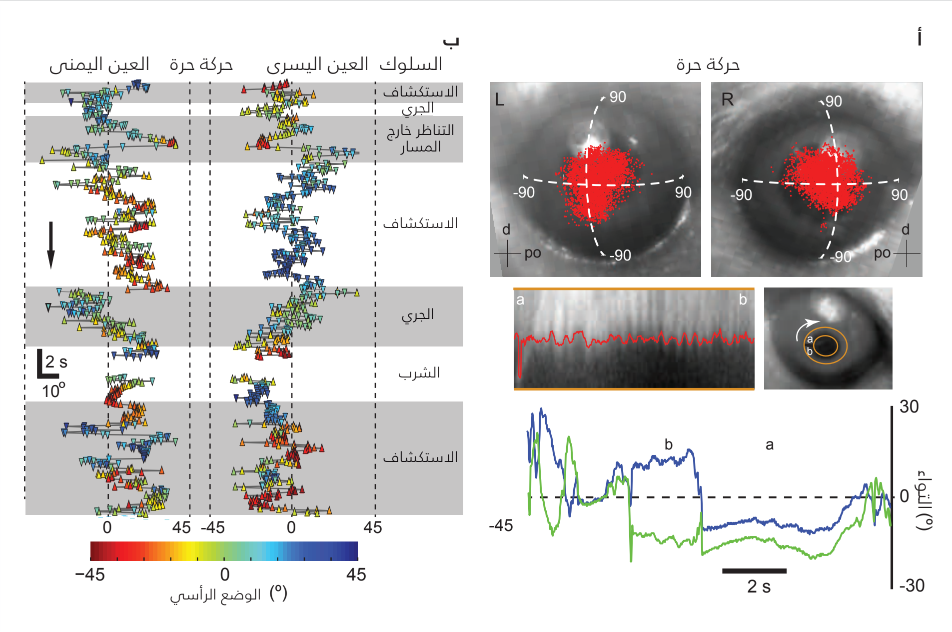
## ظاهرة الصوت الثاني في غاز فيرمي

يمكن تفسير العديد من ظواهر الموائع الفائقة محدودة الحرارة في إطار خليط من مائعين، يشملان مكونًا اعتياديًّا يسلك سلوك الموائع المعتادة، ومكونًا من مائع فائق عديم اللزوجة، وقصور حراري صفري. طبيعة المائع الفائق ثنائية المكونات تتجلى في ظاهرة «الصوت الثاني»، وهي موجة قصور حراري (أنتروبية)، حيث يهتز المكونان (المائع الفائق، والمائع غير الفائق) بتعاكس طوري (في مقابل ظاهرة «الصوت الأول» الاعتياديّة، حيث يتذبذبان في توافق طوري). وقد أفاد ليونيد سيدورينكوف وزملاؤه بملاحظة ظاهرة الصوت الثاني في غاز فيرمي فائق البرودة قوي التفاعل. وهذا يتيح لهم استخلاص اعتماد درجة حرارة كسر من المائع الفائق، وهي كمية لم يتم التوصل إليها سابقًا، وستوفر معيارًا مهمًّا لنظريات الغازات الكمية المتفاعلة بقوة.

**Second sound and the superfluid fraction in a Fermi gas with resonant interactions**

L Sidorenkov *et al*

doi:10.1038/nature12136




البيولوجيا التطوريّة

# عيون الفئران على الأشياء العالية

الحيوانات ذات العيون المواجهة للأمام، مثل الرئيسيات، تتوازَى العينان لديها لدمج صور كل عين، بغض النظر عن حركة الرأس. ومؤخرًا، أظهر جاسون كير وزملاؤه أن التنسيق بين العينين يتبع استراتيجية مختلفة في القوارض. وباستخدام نظام فيديوي بصري مصغَّر جدًّا ومصمَّم خصيصًا، وجد الباحثون أنَّ في الفئران حرة الحركة، حيث تقوم حركات العين في إبقاء الحقول البصرية للعينين متداخلتين باستمرار لأعلى، برغم أنهما ليستا بالضرورة متحاذيتين. والمعروف أنّ الفئران حيوانات أرضية السكن، وغالبًا ما تُهَدَّد مِن أعلى، ولذلك.. ربما تكون هذه الاستراتيجية قد تطورت، كوسيلة للحفاظ على مراقبة علويّة مستمرة للحيوانات المفترسة.

**Rats maintain an overhead binocular field at the expense of constant fusion**

D Wallace *et al*

doi:10.1038/nature12153

**الشكل أعلاه | حركات العين في الفئران حرة الحركة. أ،** صور العينين اليمنى واليسرى خلال الحركة الحرة مع مواقع الحَدَقَة الفردية (نقاط حمراء، 5000 نقطة بيانات تقريبًا) (الظهرية (د) والخلفية (po)). **ب،** الحركات العمودية (لون الماركر/ المؤشِّر) والحركات الأفقية (موضع المحور X)، (محور Y)، لحركات العين أثناء الحركة الحرة. يتم ترميز الحركات الرأسية الإيجابية والسلبية (مؤشرات الصعود والهبوط). والحجم مُمَثل (لون الماركر/المؤشر). يُشَار إلى الفترات السلوكية. **ج،** صورة العين (أعلى) تبين حافة الحَدَقَة المستخدمة للتتبع الالتوائي (المبينة بالبرتقالي) والمقطع المستخرج (الصورة في الأسفل) من الصورة العلوية بما في ذلك حافة الحَدَقَة المتَتَبعة (الحمراء). **د،** التواء العين اليمنى (أخضر) واليسرى (أزرق) خلال الحركة الحرة. ملاحظة: يمكن للعينان الدوران معًا في الاتجاه نفسه (أ)، أو في اتجاهين متعاكسين (ب)، أو في مزيج منهما.

علوم الأرض

## مرايا «أركيّة» لنشاط الوشاح الصخري

نشر ماجالي بوجول وزملاؤه تحليلاً لغازات نبيلة، وهالوجينات بموائع محبوسة في كوارتز منذ 3.5 مليار سنة من بيلبارا كراتون بغرب أستراليا، إذ لم تشهد تلك العينات أبدًا تحولات شكلية واسعة. وتشير الدلائل الجيولوجية والتحليلية إلى أن المُحتويات تشمل خليطًا أوليًّا من ماء عذب وموائع مائية حرارية، تعود إلى الحقبة الأركيّة. وتوصَّل المؤلفون إلى نسبة ـ بين نظيري عنصر الأرجون $^{40}Ar$ $^{36}Arg$ ($^{40}Ar/^{36}Ar$)، تعود إلى غلاف جوي قديم ـ منخفضة كثيرًا عن القيمة الحالية. أمّا نظير الأرجون $^{40}$ الناشئ من تحلل البوتاسيوم $^{40}$ ($^{40}K$) والأرجون $^{36}$ ($^{36}Ar$)، فقد ظهر أنه أَوَّلِيّ، حُبِس أثناء تكوُّن الأرض. وتتسق تلك النتائج مع فرضيّة وشاح صخري فعَّال للغاية في تلك الفترة، وتكوين قشرة صخرية فلزيّة مبكرة.

**Argon isotopic composition of Archaean atmosphere probes early Earth geodynamics**

M Pujol *et al*

doi:10.1038/nature12152

سلوك الحيوان

## النمل «الفائق» يعمل كنملة واحدة

يُنظر أحيانًا إلى مستعمرات النمل ككائنات "فائقة"، أي أنها تخضع للانتخاب الطبيعي على مستوى المستعمرة. وفي دراسة طويلة ـ امتدت إلى 27 عامًا ـ للارتباط بين السلوك الجمعي، والنجاح الإنجابي في مستعمرات النمل الحصّاد الأحمر، وجدتْ ديبورا جوردون أنه بالفعل يمكن أن تُظهِر المستعمرات سمةَ الكائن الفائق هذه. وفي أوقات الجفاف، لا يميل النمل الحصّاد إلى جمع العلف بقدر ما يفعل في أوقات الوفرة؛ ويبدو أنه ينتظر حتى تتحسن الأحوال. ويتم تمرير هذه السمة من ضبط النفس إلى المستعمرات المتفرِّعة عنها، مما يُظهِر إمكان اعتبارها سمةً على مستوى المستعمرة.

**The rewards of restraint in the collective regulation of foraging by harvester ant colonies**

D Gordon

doi:10.1038/nature12137

الأحياء المجهرية

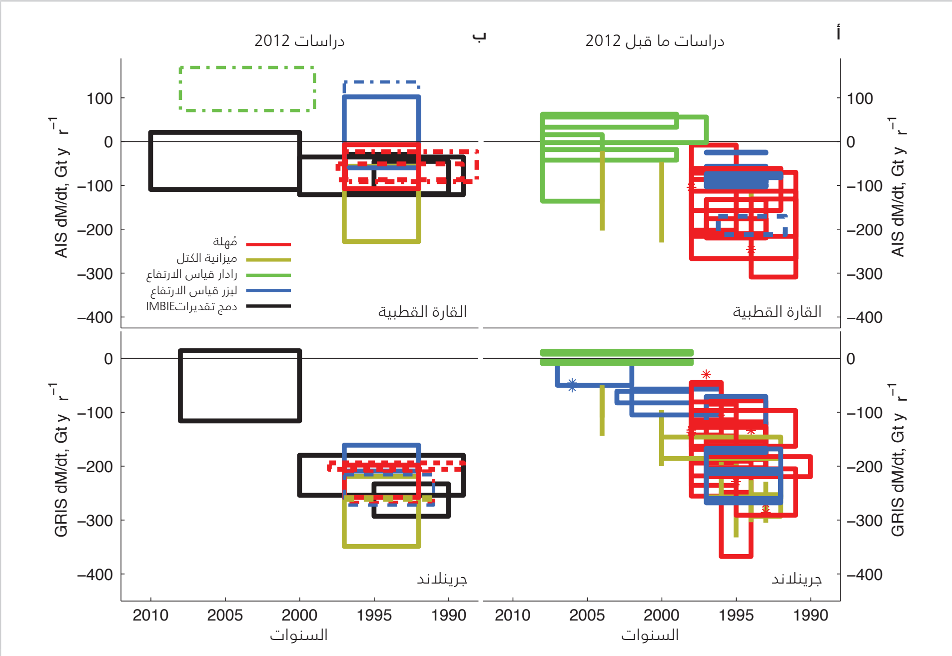
## مؤشرات حول مخاطر مرض السُّكّري

تلمِّح الأدلة مؤخرًا إلى أن ارتباط نبدول مِجْهَريَّات البُقْعَة المعَوِيّة بمختلف أمراض الأَيِض، ومن بينها البدانة، والسكري، وأمراض القلب والشرايين. فقد ميّز فريدريك باكهيد وزملاؤه الجينوم الفوقي (الميتاجينوم) البرازي لمجموعة من الأوروبيات، لديهن سيطرة طبيعية أو ضعيفة على سكر الدم (الجلوكوز)، أو مريضات بداء السكري، وقارنوا النتائج بنتائج منشورة مؤخرًا لمجموعة صينية. وكشف تحليلهم اختلافات مميزة في المؤشرات الميتاجينومية لنوع مرض السكري الثاني بين المجموعتين، مما يشير إلى أن أدوات التنبؤ الميتاجينومي ربما ينبغي أن تكون محدَّدة عمريًّا وجغرافيًّا بالنسبة إلى السكان قيد البحث.

**Gut metagenome in European women with normal, impaired and diabetic glucose control**

F Karlsson *et al*

doi:10.1038/nature12198




التغير المناخي

# حفظ علامات تبويب الصفائح الجليديّة القطبيّة

في عام 2007، كانت لجنة الأمم المتحدة الحكومية لتغيُّر المناخ غير قادرة على تقدير إسهامات الغطاء الجليدي في ارتفاع مستوى سطح البحر عبر العمليات الدينامية (كتَسَارُع فقدان الجليد الناجم عن تغيُّرات «هيدرولوجية» مائية تحت الجليد). أدى هذا ـ جنبًا إلى جنب التدفق الناضج لبيانات بعثات الأقمار الصناعية ـ إلى انفجار الأبحاث. راجَع إدوارد حنا وزملاؤه أبحاث الستة أعوام الماضية حول تغيُّر توازن كتلة الغطاء الجليدي؛ وخلصوا إلى أن الفقدان المتسارع من جرينلاند استنتاج متين، لكن فَقْدَ جليد القارة القطبية الجنوبية ـ على الأرجح ـ أقل كثيرًا مما كان يُعتقَد.

**Ice-sheet mass balance and climate change**

E Hanna *et al*

doi:10.1038/nature12238

**الشكل أعلاه | مُلخَّص تقديرات معدلات التغير بكتلة جليد القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند.** في الدراسات المنشورة قبل 2012 **أ**، وفي 2012 **ب**، يتم تمثيل كل تقدير للمعدل المتوسط زمنيًّا لتغير الكتلة بصندوق يشير عرضه إلى الفترة الزمنية المدروسة، ويشير ارتفاعه إلى تقدير الخطأ. يتم تمثيل تقديرات الفترة المُفردة (اللقطة) لميزان الكتل بقضبان الخطأ الرأسية عند توفُّر تقديرات الخطأ، وإلّا.. تُمثَّل بالنجمات. يشير لون الخط إلى تقنية تقدير الكتل؛ ويشير نوع الخط إلى مصدر البيانات. تضم دراسات 2012 الموضحة في (ب) دمج تقديرات مشروع حساب المقارنات بين مستويات كتل الأغطية الجليدية (IMBIE) (خطوط مُصمتة)، وتقديرات ساسِجن وزملائه وكِنج وزملائه (خطوط متقطعة)، وزوالي وزملائه (خطوط منقطة متقطعة)، وهاريج وسايمونز وإيبورت وزملائه (خطوط منقطة).

بيولوجيا التخاطُب

## اللغة وأصوات الطيـور تعزفان "النُّوتة" نفسها

في كلٍّ من تغريد العصافير واللغة البشرية، تُشتق الاتصالات من ترتيب العناصر الصوتية في تتابُع معين، لكن ليس واضحًا ما إذا كانت هذه القدرات المتماثلة ظاهريًّا ذات صلة ببعضها، أم لا. ومؤخرًا، وجدت دينا ليبكيند وزملاؤها أنه في نوعين من الطيور وفي الأطفال الرُّضَّع بمرحلة ما قبل التَّلَفُّظ، تأسست المقاطع الانتقالية والتبديلات الصوتية، وتم حلّها من خلال نمط متدرِّج مشترك، بدلًا من تحول تطوريّ مفرد. وتشير هذه النتائج إلى وجود عملية توليديّة مشتركة محفوظة عبر هذه الأنواع، لبناء أنماط اتصالات صوتية جديدة.

**Stepwise acquisition of vocal combinatorial capacity in songbirds and human infants**

D Lipkind *et al*

doi:10.1038/nature12173

علم الخلية

## ارتباط شيخوخة الخليّة بإشارات أيضيّة

الشيخوخة الخلويّة المستحثّة بالجين المسرطن (OIS) هي إحدى الآليات التي تحمي البشر من السرطان، مخفضةً عدد الخلايا، محتملة التكاثر، استجابةً لتحفيز كابحات الورم. وتستكشف هذه الدراسة آلية التواصل بين



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الشيخوخة الخلوية المستحثة بالجين المسرطن، ومحور تأشير الميتوكوندريا الذي يوازن تكسُّر الجلوكوز، والفسفرة التأكسديّة. لاحظتْ جوانا كابلون وزملاؤها تحوُّلًا من تكسُّر الجلوكوز إلى الأيض المؤكسد للجلوكوز أثناء الشيخوخة الخلويّة المستحثة بالجين المسرطن. يتطلب هذا التحول الأيضي تنشيط إنزيم هيدروجين البَيرُوفات (PDH) بكبح الكيناز المعتمِد على فسفوإينوزيتيد1 (PDK1) ، وحث بيروفات إنزيم الفوسفاتيز الوحدة الفرعية التحفيزية2 (PDP2). وتثبيط الكيناز المعتمد على فسفوإينوزيتيد1 (PDK1) قد يؤدي إلى تراجع الأورام الخبيثة المتوطدة في نموذج دراسي على الفئران. وتشير هذه النتائج إلى الكيناز المعتمد على فسفوإينوزيتيد1 (PDK1) كهدف محتمَل في علاج السرطان.

**A key role for mitochondrial gatekeeper pyruvate dehydrogenase in oncogene-induced senescence**

J Kaplon *et al*

doi:10.1038/nature12154

المناعة

## الاستجابة المناعيّة للبكتيريا المعويّة

الخلايا الليمفاويّة الفطريّة(ILCs) الموصّفة مؤخرًا يمكن تصنيفها وظيفيًّا إلى ثلاث مجموعات: خلايا المجموعة1 تنتج إنترفيرون- γ IFNγ؛ وخلايا المجموعة2 تُعَبِّر عن إنترلوكين-5 وإنترلوكين-13 وأمفيرجولين؛ وخلايا المجموعة3 تنتج إنترلوكين-17A وإنترلوكين-22. وظيفة الخلايا الليمفاوية الفطرية في وجود المناعة التكيفيّة وإمكان تأثيرها في استجابات خلايا المناعة التكيفيّة غير معروفة في معظمها. وقد أظهرت دراسة أجريت على الفئران مؤخرًا أن مجموعة3 من الخلايا الليمفاوية الفطريّة عالجت وقدّمت المُسْتَضِدّ (مُوَلّد المُضادّ)، وسيطرت على استجابات خلايا $CD4^+$ التائيّة للبكتيريا المتعايشة في الأمعاء من خلال آلية معتمدة على الدرجة الثانية لـ«مجمع التوافق النسيجي الرئيس» MHC. وقد تكون هذه النتيجة متصلة بنشوء الأمراض البشريّة المزمنة، المرتبطة باستجابات المضيف المناعية الالتهابيّة للبكتيريا المتعايشة.

**Innate lymphoid cells regulate $CD4^+$ T-cell responses to intestinal commensal bacteria**

M Hepworth *et al*

doi:10.1038/nature12240

## تأثير (AIBP) على تدفق الكوليسترول

إنّ تدفُّق الكوليسترول بكفاءة أساسيٌّ للوظائف الخلوية العادية. فقد وجد يوري ميلر وزملاؤه صلة بين تدفق الكوليسترول وتكوين الأوْعِيَة. وأسفرت الضربة القاضية لبروتين AIBP ـ المقيّد إلى صَميم البروتين الشَّحْمِيّ A-I في سمكة الزرد ـ عن اختلال تنظيم نمو الوعاء الدموي، في حين أن التعبير المفرط لبروتين AIBP1 يثبط تكوين الأوْعِيَة. وأظهر المؤلفون أن بروتينAIBP يعزز تدفق الكوليسترول من الخلايا البطانية إلى البروتين الدهني عالي الكثافة، ويبدّل نضوب الكوليسترول الناجم نظام دهون الغشاء في الجُمْلَة (الضفيرة) الوِعائِيَّة لسمكة الزرد؛ مما يؤدي إلى انخفاض إشارات مستقبِل عامل النمو البطاني الوعائي-2 (VEGFR2).

**Control of angiogenesis by AIBP-mediated cholesterol efflux**

L Fang *et al*

doi:10.1038/nature12166

البيولوجيا الجزيئية

## دور مُسْتَقْلَب خَفِيّ في تخليق البروتين

لا تزال جزيئات صغيرة عديدة ـ تتوسط العمليات الخلوية بشكل أساسي ـ غير موصوفة أو مذكورة، لأن هويّاتها قد لا تظهر عبر التقنيات التقليدية التي ترسم مسارات الأيض (الاستقلاب). وقد حدَّد جنجووك كيم وزملاؤه أحد هذه الجزيئات، كربوكسي-إس-أدينوزيل-إل-ميثيونين (CX-SAM). وعُثر على المُسْتَقلَب ـ الذي لم يُعرف من قبل ـ أثناء دراسة بنيويّة لإنزيم البكتيريا الإشريكيّة القولونية (CmoA)، وهو عضو العائلة الفائقة لإنزيم ناقِل الميثيل المعتمِد على الركيزة المشتركة S-adenosyl-L-methionine SAM. وقد تم دَفْن (Cx-SAM) بالموقع النشط لإنزيم البكتيريا الإشريكية القولونية (CmoA). وحدَّد المؤلفون مسار التخليق الحيوي لجزيء كربوكسي-إس-أدينوزيل-إل-ميثيونين (Cx-SAM)، الذي يتقدم من خلال العائد الوسيط التفاعلي غير العادي، وأظهروا أن لهذا المُسْتَقْلَب دور في تعديل الحمض الريبي النووي النقال (tRNA) في مجموعة واسعة من البكتيريا. ويلقي هذا البحث ضوءًا على إمكانات علم الجينوم البنيوي لاكتشاف مستقلبات ومسارات جديدة.

**Structure-guided discovery of the metabolite carboxy-SAM that modulates tRNA function**

J Kim *et al*

doi:10.1038/nature12180

الجينوم

## فك تتابعات جينوم النبتة المَثانِيّة

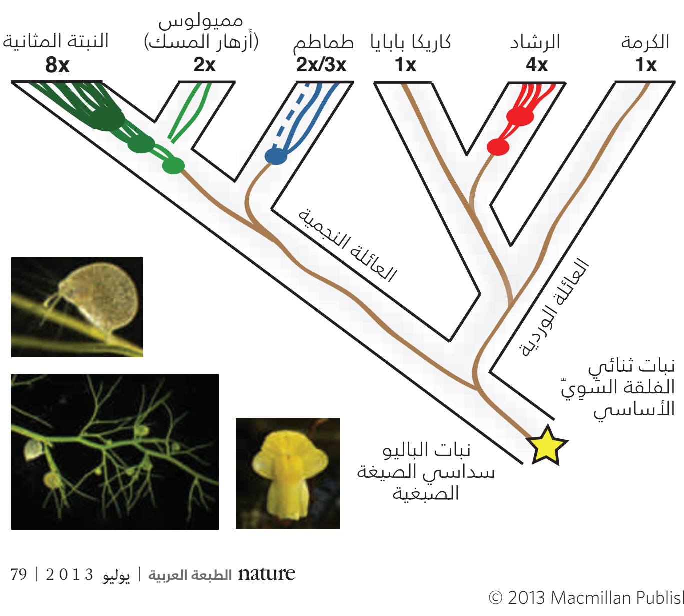
النبتات المَثانِيَّة bladderworts هي نباتات آكلة للحوم، توجد بالمياه العذبة والتربة الرطبة، حيث إنها تتغذى على فرائس دقيقة، كالبروتوزوا، والدَوَّارَات rotifers (حَيَوانات مِجْهَرِيَّة مائيَّة). وتفتقد النبتة المثانية بوضوح الجذور، أو الأوراق، أو السيقان المميزة، لكنها تنتج أزهارًا صغيرة تشبه زهور الأوركيد. ومؤخرًا، تم فك وتحليل تتابعات جينوم إحدى هذه النباتات، هي *Utriculari agibba*. والجينوم صغيرٌ بشكل غير معتاد (حوالي 82 ميجا قاعدة)، ويعود ذلك جزئيًّا إلى غياب الحمض النووي تقريبًا بين الجينات، لكنه يُرَمِز عددًا نموذجيًّا من الجينات لنبتة، ويكفي لتنظيم تطوير وتكاثر كائن معقَّد. ورغم أنه يظل صغيرًا، خضع الجينوم لثلاث جولات كاملة من التكرار على الأقل منذ الأصل المشترك مع الطماطم (*Solanum*)، والعنب (*Vitis*).

**Architecture and evolution of a minute plant genome**

E Ibarra-Laclette *et al*

doi:10.1038/nature12132

**الشكل أسفله| تحليل التّصاحُب الجِيْنِيّ لجينوم النبتة المثانية. أ،** تاريخ تكرار كامل الجينوم (WGD) يسلط الضوء على موقف التحليل الفيلوجيني (التطوري) من النبتة المثانية. الكرمة، نبات الأرابيدوبسيس (الرشاد)، وكاريكا البابايا من العائلة الورديدة؛ لدى نبات الأرابيدوبسيس اثنين من مكررات كامل الجينوم منذ نبات الباليو سداسي الصيغة الأساسية (Phex) وهو نبات ثنائي الفلقة سَوِيّ وأساسي من أسلاف النباتات ثنائية الفلقة. الطماطم *Solanum*، ومِمْيولوس (أزهار المسك) والنبتة المثانية من العائلة النَّجْمِيَّة؛ الطماطم تحتوي على مزيج من المناطق المكررة ثنائيًا وثلاثيًا؛ النبتة المثانية لديها ثلاثة من مكررات كامل الجينوم منذ سلفها المشترك مع الطماطم ونبات الباليو سداسي الصيغة الصبغيّة. نبات مميولوس لديه نسخة واحدة من مكررات كامل الجينوم والتي قد تكون أيضا نسخة تكرار كامل الجينوم الأكثر قدمًا كما لوحظت لدى النبتة المثانية. أزهار النبتة المثانية مماثلة لأزهار المميولوس (يشبهان أزهارنبات أنف العجل)؛ فخاخ شفط صغيرة محمولة على بنيات بالغة التقسيم والتفرع.






تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

# مهن علمية

**تقنية حيوية** شركات التقنية الحيوية توظِّف أقل عدد ممكن من المديرين والمصادر الخارجية **ص. 83**

**نقطة تحوُّل** هَنَا الصمد.. من دراسة الهندسة إلى أبحاث التعبير الجِيني **ص. 87**

**وظائف نيتشر** لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



NEALE COUSLAND/SHUTTERSTOCK

أصبحت سنغافورة مكانًا خِصْبًا للبحث العلمي، باجتذابها للعلماء من كافة أنحاء العالم.

العمل في آسيا

# سنغافورة الجذّابة

تقدم هذه الدولة الصغيرة فرصًا للعلماء الطموحين، لكن العمل هناك له سلبياته.

**كويرين شيرماير**

إنّ حقيقة جين طومسون أغرب من الخيال. فهي كمُنَظِّرَة شابة في مجال المعلومات الكَمِّيَّة تدرس أُسس الوجود. وتتساءل: «هل هناك حقيقة موضوعية؟ أم أن الحقيقة معتمدة ـ بشكل غريب ـ على أفعال المراقبين، أمثالنا؟»

إن السعي إلى فهم القوانين الغامضة التي تحكم عالَم الفيزياء الكَمِّيَّة دفعت طومسون إلى السفر من أستراليا إلى سنغافورة، تلك الدولة الصغيرة، المكوَّنة من مدينة واحدة، والواقعة على الحافة الجنوبية لشبه الجزيرة الماليزيّة. في أغسطس الماضي، التحقَتْ بمركز التكنولوجيا الكمية في الجامعة الوطنية بسنغافورة (NUS) الذي أُنشئ قبل 5 أعوام. وهناك يقوم 20 محققًا رئيسًا، وحوالي 180 باحثًا ـ من بينهم طلاب بمرحلتي الدكتوراة، وما بعد الدكتوراة ـ بسبر أغوار أساليب العمل الخفية للكون، دون أن يكون لديهم أي أعباء للتدريس، أو مهام لكتابة طلبات المنح. وتقول طومسون: «إنه مكان رائع، ومنفتح جدًّا، ومتعاون». وتضيف: «أحصلُ على دعم سخي للغاية، وأستطيع مناقشة أفكاري مع أشخاص مذهلين من مختلف القارات والثقافات».

لقد أصبحت سنغافورة ـ التي كانت مستعمرة بريطانية، مساحتها تزيد قليلًا عن 700 كيلومتر مربع ـ مكانًا خصبًا للبحث العلمي. وقد عملت فُرَص التمويل المثمرة والمرتبات الكبيرة والبيئة المُرَحِّبة على جذب الباحثين المتميِّزين إلى هذا البلد، وتَبِعَتْهُم مجموعات من شباب العلماء الطموحين. حيث تبحث المؤسسات والمنظمات عن الطاقات الأجنبية، فحوالي نصف قوة العمل الأكاديمية ـ البالغ قوامها 5700 شخص في الجامعة الوطنية ـ من خارج البلاد.

ويجب على القادمين الجدد أن يتكيفوا مع البيئة العلمية المنعزلة، تلك البيئة التي تكتسب فيها العلاقات الشخصية أهمية كبرى في السراء والضراء. ففي سنغافورة الصغيرة، من الصعب الهروب من العلاقات السابقة مع المؤسسات التمويلية والوزارات والمسؤولين الأكاديميين. وفي بلد يُحكَم فيه البحث العلمي بخطة خَمسيّة، على الباحثين أن يضعوا في الحسبان التغيُّرات في أولويات التمويل، التي تكون مُربكة أحيانًا.

## النمو المعرفي

لم يكن لدى سنغافورة على الدوام اقتصاد معرفي مزدهر. ففي الستينات من القرن الماضي، عندما أصبحت دولة مستقلة، كان لها نصيبها من سوء السمعة والمشاكل الاجتماعية. وباستثناء كلية الطب التي أسسها المستعمرون البريطانيون، والتي نشأت منها الجامعة الوطنية، لم يكن للعلوم وجود، وكان التعليم العام لا يزال في مهده. وهذه الدولة الوليدة ـ التي تكونت في معظمها من شعوب الملايو الأصليين، والمهاجرين الصينيين والهنود، ومهاجري التاميل ـ لم تكن موحَّدة اللغة، ولا موحَّدة التاريخ، ولا الدين. ولم تستطع سنغافورة أن تشكِّل طابعها الخاص بها؛ فكان عليها أن تصبح عالميةً لكي تستطيع البقاء.

كان الاستثمار في مجال العلوم جزءًا كبيرًا من استراتيجيتها للنمو الاقتصادي. وفي الأعوام الـ15 الماضية، أصبحت سنغافورة قوة جذب للطاقات العلميّة، حيث تسهِّل بيئتها ذات الطابع الدولي ـ التي تبدو من الخارج غربيّة، باستثناء المناخ الاستوائي ـ على الأوروبيين والأمريكيين المعيشة والعمل هناك أكثر من الصين، ◀

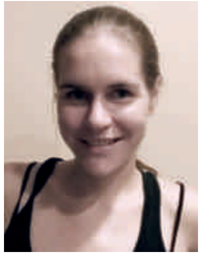
أو اليابان. تقول طومسون: «متطلبات الإقامة يسْهل توافرها، وعقود التوظيف يتم التعامل معها بسهولة»، مضيفةً أن وصولها إلى سنغافورة «كان نقلةً سَلِسَة للغاية».

وهناك يتم توظيف كافة المستويات المهنية، ابتداءً من طلاب الدراسات العليا، حتى كبار الباحثين (انظر: إجراءات الاستقبال). وتقدم «وكالة العلوم والتكنولوجيا والبحث العلمي» A*STAR ـ التابعة للحكومة ـ مِنَحًا وزمالات لخريجي الجامعات والباحثين بمرحلة ما بعد الدكتوراة، وتدير برنامجًا، يقوم من خلاله طلبة الدكتوراة في الجامعات التي تجمعها بها اتفاقات مشاركة في آسيا والغرب بقضاء ما يصل إلى عامين في إحدى مؤسسات «وكالة العلوم والتكنولوجيا والبحث العلمي».

وفي الغالب، تُعرض على الباحثين بمرحلة ما بعد الدكتوراة عقودُ عمل لمدة ثلاث سنوات، مع إمكانية مدّها لثلاث سنوات أخرى، على حسب نجاحهم في التقييم. أما الباحثون الأكبر درجةً، فيتفاوضون على صفقة ابتدائية للعام الأول، أو العامين الأوّلَيْن، وبعد ذلك يدخلون في تنافس من أجل الحصول على مِنَح.

تتراوح نسبة نجاح طلبات الحصول على مِنَح من «وكالة العلوم والتكنولوجيا والبحث العلمي» وغيرها من المؤسسات التمويلية الحكومية بين 15% و25%، وهي تقريبًا النسبة ذاتها في «المعهد القومي للصحة» في الولايات المتحدة. وعمومًا، يبلغ مقدار المِنَح تقريبًا المقدار نفسه في الولايات المتحدة وأوروبا، وتصل إلى 500 ألف دولار أمريكي في العام. أما الرواتب، فقيمتها تتراوح بين مستويات الرواتب في أوروبا، والرواتب في أمريكا الشمالية.

يشعر الباحثون الدوليُّون بأن الأجواء ترحيبية في سنغافورة. ويقول أرتور إكيرت، مدير مركز التكنولوجيا الكَمِّيَّة، البولندي المنشأ: «جئتُ إلى هنا بفكرة مسبقة عن بلد يميل قليلًا إلى النظام الشمولي، حيث يتم تغريمك مبالغ ضخمة إذا قمتَ بمخالفة، أو بشيء من هذا القبيل، لكن ما وجدته في هذا البلد أنه بلد مريح ومنظّم.. قد يكون مملًّا بعض الشيء، لكنه آمِنٌ، وعائلي، وتشعر فيه بروح الودّ، وبه نظام تعليم رائع، حيث يُعطي للعلم مكانةً سامِيَة». وبالرغم من أن بعض الاتجاهات السلطوية لا تزال قائمة في سنغافورة،



**«أستطيع مناقشة أفكاري مع أشخاص مذهلين من مختلف القارات والثقافات»**

جين طومسون

فعلى سبيل المثال.. تشير منظمة «هيومان رايتس واتش» ـ وهي منظمة غير حكومية، مقرها في نيويورك ـ إلى قيود مستمرة على المعارضة السياسية وحرية التعبير، لكنّ تلك الدولة أصبحت أكثر تحررًا في الأعوام الأخيرة.

## دَفعة للمنتجات

قامت حكومة سنغافورة ببعض التعديلات خلال الأعوام الثلاثة الماضية، من خلال تعديل أولويّاتها في مجال العلوم، وبشكل أساسي فيما يتعلق بعلوم الحياة.

في 2006، غادر الزوجان نيل كوبلاند، ونانسي جينكنز ـ عالِمَا الجينات السرطانية ـ المعهد الوطني الأمريكي للسرطان في فريديريك بولاية ميريلاند، حيث توجّها إلى معهد «وكالة العلوم والتكنولوجيا والبحث العلمي للبيولوجيا الجزيئية والخلويّة» IMCB، الذي تلقوا منه عرضًا سَخِيًّا. ويقول كوبلاند: «كلانا أُعجب بآسيا، وكنتُ قد بدأت أتعب من العمل في الحكومة». وقد قام الزوجان بشحن فئران التجارب، وثلاثة من زملائهم الباحثين بمرحلة ما بعد الدكتوراة إلى سنغافورة، حيث كانا يأملان في البقاء هناك حتى سِنّ التقاعد.

كانت البيئة العلمية في معهد «أبحاث البيولوجيا الجزيئية والخلويّة» ـ الواقع في مُجمّع بيوبوليس البحثي، الذي تموله A*STAR ـ قد أثبتت تميُّزها، حسبما يقول كوبلاند. كان الطلاب وزملاء العمل أذكياء ومُجِدِّين في عملهم، وكاد التمويل أن يكون غير مقيّد، وكان للباحثين كل الحرية التي يمكن أن يطلبوها. وخلال عام، تمت ترقية كوبلان إلى منصب المدير التنفيذي للمعهد، كما تمت ترقية جينكنز إلى منصب نائب المدير. لقد شعر الزوجان أنهما مشارِكان بالأبحاث العلمية أكثر مما كانا عليه في الولايات المتحدة.

تغيرت الأمور فجأةً في سبتمبر 2010، عندما قررت الحكومة ـ كجزء من خطة خمسيّة جديدة ـ أن تزيد من التوجهات التجارية لأبحاث الطب الحيوي، وتعطي أولوية تمويلية للمشاريع ذات الإمكانات الصناعية. وتم تخفيض ميزانية معهد «أبحاث البيولوجيا الجزيئية والخلويّة» ـ التي كانت مركّزة على الأبحاث الأساسية ـ إلى ما يقارب النصف؛ فقام كوبلاند وجينكنز وزملاؤهما بتقديم استقالاتهم جميعًا؛ وعادوا إلى الولايات المتحدة.

لقد كانت التوجهات التجارية للبحث العلمي هدفًا طويل المدى، عندما وصل الزوجان في البداية إلى سنغافورة، حسبما يقول كوبلاند، الذي يشغل الآن منصب مساعد مدير برنامج بيولوجيا السرطان في معهد مستشفى ميثوديست البحثي في هيوستن بتكساس. ويوضح كوبلاند قائلًا: «فكّرنا في الاستقالة عندما تغيَّر الأمر، لأننا نقترب من نهاية مسيرتنا الوظيفية، لكن بالنسبة إلى آخرين كان الأمر أصعب». ومع ذلك.. لا يشعر كوبلاند بأي امتعاض، مؤكدًا أن «سنغافورة كانت ـ بشكل عام ـ تجربة رائعة». ويضيف: «عليك أن تكون مستعدًا لأنْ تتغيّر الأمورُ بين عَشِيّة وضحاها، ولكن إذا حصلت على وظيفة جيدة في مجال العلوم، فبالتأكيد الأمر يستحق أن تذهب من أجله، خاصةً إذا ما كنتَ شابًّا».

أما بالنسبة إلى الباحثين بمرحلة ما بعد الدكتوراة «كارين»، «ومايكل مان» اللذيْن ذهبا مع كوبلاند، فقد مَثّلَتْ تجربة سنغافورة تحديًا لهما على المستوى الشخصي والمهني. تقول كارين مان إن «شق طريق الحياة في بلاد أجنبية، تبعد آلاف الأميال عن كل شيء تعرفه، أمرٌ له ضريبته العاطفية في بعض الأحيان». وتضيف: «في الوقت الذي كان جينكنز وكوبلاند يستعدان للمغادرة، كان هناك الكثير من الغموض فيما يتعلق بالتمويل والقيادة العلمية والاتجاه العلمي. لقد شعرنا بأنه من مصلحتنا أن نعود إلى الولايات المتحدة».

لقد كانت بمثابة تدريب ممتاز في سجل مهني في المجال العلمي، حيث ساعدت التجربة كارين ومايكل مان على صياغة أوجه تعاون على المستوى الدولي، وتحصيل خبرة في تصميم وتنسيق مشاريع البحث العلمي. تقول كارين، التي ما زالت تعمل تحت رئاسة كوبلاند وجينكنز في هيوستن: «كباحثين صغار بمرحلة ما بعد الدكتوراة، ساعدنا في إنشاء مختبر فئران للجينات السرطانية من الصفر. وهذه خبرة لا تقدَّر بثمن، استفدنا بها في إنشاء مختبراتنا الخاصة».

## صِدَام حضاري

يشتكي بعض العلماء الغربيين من أن قرارات وكالات التمويل في سنغافورة لا تتمتع دائمًا بالشفافية، ومن أن الطريق إلى التقدم المهني ليس واضح المعالم.

## اختيار الجوائز

### إجراءات الاستقبال

تقدم وكالات التمويل في سنغافورة مجموعة من خيارات الدعم طويل الأمد للعلماء القادمين من أنحاء العالم. على سبيل المثال.. فإن الهدف من «جائزة سنغافورة لمحقِّق البحوث الانتقالية»، التي يقدمها المركز القومي للأبحاث الطبية، هو اجتذاب العلماء ذوي الخبرة؛ لعمل أبحاث انتقالية وإكلينيكية في سنغافورة. وتتضمن المِنَح ـ التي تبلغ مدتها 5 سنوات، قابلة للتجديد ـ تكاليف بدء التشغيل، وتكاليف الأبحاث والمرتبات (go.nature.com/jroafe).

وطبقًا لنموذج الزمالة الخاص بمؤسسة الأبحاث القومية، بإمكان باحثي ما بعد الدكتوراة والباحثين الشباب من كل الدول وفي كل المجالات التقدُّم للحصول على مِنَح بحثيّة، تصل قيمتها إلى ثلاثة ملايين دولار سنغافوري (2.4 مليون دولار أمريكي) على مدى خمسة أعوام. ويقوم المتلقّون بتشكيل مجموعةٍ، تضم على الأقل زميلًا واحدًا بمرحلة ما بعد الدكتوراة، واثنين من طلبة الدكتوراة؛ من أجل إجراء بحث مستقل في مؤسسة بحثيّة يختارونها (go.nature.com/xy6wwr).

أما المنحة الاستقصائية التي تقدمها «وكالة العلوم والتكنولوجيا والأبحاث»، فهي تهدف إلى اجتذاب الباحثين الموهوبين في بداية طريقهم المهني من كافة أنحاء العالم. ويتم تعيين الحاصلين على المنح لمدة ثلاث سنوات، مع إمكانية إضافة ثلاث سنوات أخرى، ويتلقون ما يصل إلى 500 ألف دولار أمريكي في العام (go.nature.com/ozl7os).

أما جائزة سنغافورة الدولية للخريجين، التي تقدَّم بالتعاون بين «وكالة العلوم والتكنولوجيا والأبحاث»، وجامعة نانيانج التكنولوجية، وجامعة سنغافورة القومية، فهي تستهدف الطلاب خارج البلاد، المهتمّين بالحصول على درجة الدكتوراة في سنغافورة (go.nature.com/vxozwx).

طبقًا لبرنامج الملحق العلمي الخاص بـ«وكالة العلوم والتكنولوجيا والأبحاث»، يستطيع طلاب درجة الدكتوراة بالجامعات الدولية ـ التي يجمعها بها اتفاق مشاركة ـ قضاء عام أو عامين في مؤسسة تابعة للوكالة، تحت إشراف مشترك من أساتذة منها، وأساتذة من جامعاتهم (go.nature.com/ie1a3o).

وتقدم منحة سنغافورة لطلاب الجامعة الدولية تمويلًا لطلاب الجامعات في الخارج؛ من أجل قضاء ما بين شهرين وستة أشهر في مؤسسات «وكالة العلوم والتكنولوجيا والأبحاث» (go.nature.com/recdnj). Q.S

وكان لدى آخرين صعوبات في التعامل مع تقاليد الأكاديميين الآسيويين.

لطالما شعر برندان أورنر ـ عالِم الأحياء الكيميائية في «كينجز كوليدج» بلندن ـ بنفور الآخرين منه خلال سنوات عمله الست كأستاذ مساعد في جامعة نانيانج التكنولوجية في سنغافورة. يوضح قائلًا: «كان الطلاب ينادونني: سيدي. ولا يسبقوني في الدخول إلى الغرفة، إذا ما أمسكتُ لهم الباب ليدخلوا. وهذا كان أمرًا طريفًا إلى حدٍّ ما، لكن المشكلات التي كنتُ أواجهها مع مَنْ هم أعلى منّي أكاديميًّا لم تكن كذلك أبدًا». ففي إحدى المرات حاول أن يحصل على تقييم لأحد طلبات المِنَح التي تم رفضها، لكن موظف الجامعة المختص بدعم الأبحاث اعتقدَ أنّ أورنر كان يسأله عن أسماء الأشخاص القائمين على تقييم طلب المنحة. ويقول: «لم أستطع أن أخبره أنه فَهِمَ قصدي بشكل خاطئ، لأن ذلك كان سيُعتبَر إهانة لا تُحتمَل».

تقرِّر التقاليد الكونفوشيوسة السائدة في سنغافورة أن الكبار لا يجب أن تتم مواجهتهم علنًا. وغالبًا ما يشعر الغربيّون بأن القيود الآسيوية غير مريحة، سواء في اجتماعات العمل، أم في غرف الندوات. ويقول إكيرت: «عليك أن تقول للطلاب الآسيوين مرارًا وتكرارًا أنه لا ضير من تحدى السلطات، لكنهم بدأوا بالفعل في تبنِّي المفاهيم الغربية في تواصلهم، وليس فقط في مجال العلوم».



«قد تتغير الأمور بين عشيّة وضحاها، ولكنْ إذا حصلتَ على وظيفة جيِّدة في مجال العلوم، فهذا أمرٌ يستحق بالتأكيد أنْ تذهب إلى هناك من أجله»

نيل كوبلاند

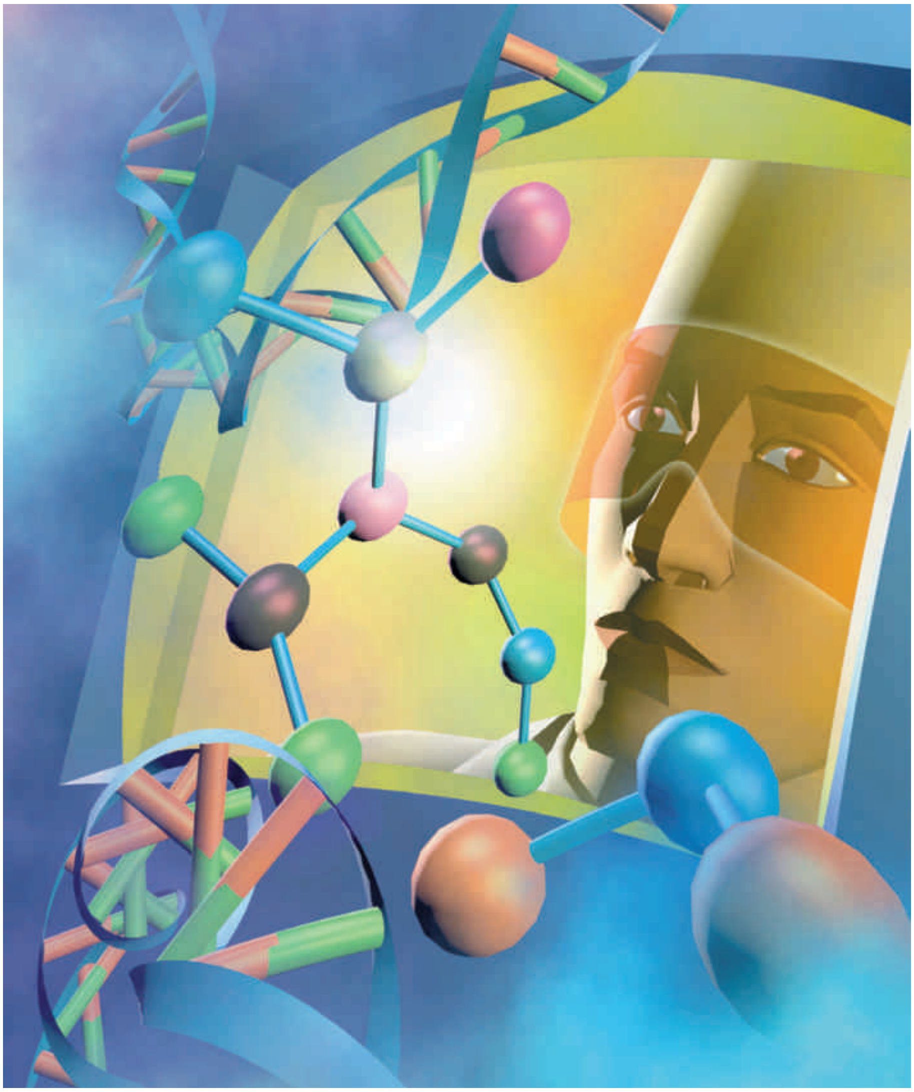
أما باري هاليويل، نائب رئيس البحث والتكنولوجيا في الجامعة الوطنية، البريطاني المولد، فقد كان يقوم بشكل منتظم بتناول القهوة والغداء مع المُعَيَّنين الجدد؛ لمعرفة كيف تسير الأمور معهم، ولمساعدتهم على حل أي مشكلة متعلقة بالإدارة، أو عقود التوظيف، أو مساحات المختبرات. يقول: «معظمهم يتأقلم بسهولة». ويمكن حل المشكلات المعقدة ـ مثل عدم توفُّر مساحة للمختبر، أو عدم وجود موافقة رسمية على إجراء تجارب على الحيوانات ـ في وقت قصير.

سيجد معظم العلماء الأجانب أن المكوث في سنغافورة أمرٌ مُجْزٍ على المستوى العلمي، وكذلك يعطي خبرةً في بناءِ الشخصية. وتقول كارين مان: «لقد استفدنا من فرصة العمل في كيان متنوِّع ثقافيًّا، مثل «وكالة العلوم والتكنولوجيا والبحث العلمي». وتُبْقِي كارين على أوجه التعاون البناءة التي بدأتها في سنغافورة مع علماء من المملكة المتحدة، وأستراليا، ونيوزيلندا.

أما جين طومسون، فهي ما زالت غير متأكدة إلى أين ستأخذها تساؤلاتها عن طبيعة الحقيقة، «لكن سنغافورة.. ليست بالمكان الذي قد أرغب في أنْ أتركه سريعًا». ■

**كويرين شيرماير** مراسلة «نيتشر» في ألمانيا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



IMAGES.COM/CORBIS

تقنية حيوية

# الواقــع الافتــراضـي

أصبحت أعداد متزايدة من شركات التقنية الحيوية توظِّف أقل عدد ممكن من المديرين والمصادر الخارجية.

**هايدي ليدفورد**

إذا ما سارت الأمور جيدًا مع روزانا كيبيلر؛ فستتمكن شركتُها من تطوير علاجات لأمراض معينة، مثل: السرطان، ومرض القلب، وتصلب الشرايين، وداء السكري. وستتمكن من فعل ذلك بمساعدة فريق يتكون فقط من 12 موظفًا بدوام كامل، وبدون مختبرات السوائل التقليدية.

تشترك كيبيلر مع ثمانية من زملائها في مكتب هادئ في مقر إدارة شركة «نيمبس ديسكفري» في كمبريدج بماساتشوستس. أما الباقون، فيعملون من منازلهم في ميسوري، وكونيتيكت، ورود آيلاند، ونيويورك. يقوم هذا الطاقم الصغير بإدارة عمليات الشركة وتحليلات الكمبيوتر، أما كافة التجارب العملية، فتتم من خلال الاستعانة بالجمعية الدولية لـ«منظمات البحوث التعاقدية» CRO. وتقول كيبيلر، المدير العلمي للشركة: «العملية أشبه بإدارة مختبر في آخر الردهة، لكن بدلًا من كونه في آخر الردهة، فإن المختبر في الصين، ونتواصل من خلال برنامج سكايب».

هذا هو الحال في شركات التقنية الحيوية الافتراضية. إنه نموذج رائع بشكل استثنائي، بدأ في اكتساب شعبية بين العلماء المتعطشين للمال في بداية انطلاق مختبراتهم. وهذه الشركات تتكون من عدد قليل من الموظفين، قد يكون موظفًا واحدًا بدوام كامل، يقوم بالإشراف على اختبارات أحد العقاقير من بدايته بالمرحلة قبل الإكلينيكية، وحتى اختباره على المرضى، وكلها مراحل تتم من خلال متعاقدين خارجيين.

وللاستفادة من ميزة هذه البيئة الخاصة، على العلماء العاملين في هذه المختبرات أن يمتلكوا الخبرات الإدارية اللازمة لإدارة فريق من الباحثين عن بُعْد. وقد يحتاجون إلى الدعم المالي؛ من أجل إطلاق شركة خاصة بهم. وعلى ◀

◄ الطامحين لذلك أن يكونوا على استعداد لمعدل دوران سريع في المشروعات والوظائف؛ لأن الشركات الافتراضية حديثة البدء غالبًا ما تكون مصمَّمة فقط لبيع أحد المشروعات ـ أو بيع الشركة كلها ـ لشركات أكبر.

## نموذج صاعد

لقد تبنى روّاد التقنية الحيوية ـ وكذلك الداعمون الماليُّون لهم ـ النموذجَ الافتراضي، كوسيلة لتوفير المال الذي ينفق على العمالة ومرافق المختبرات. فشركات التقنية الحيوية وشركات الأدوية تقوم كلها تقريبًا بإجراء بعض جوانب تطوير المنتج من خلال متعاقدين، لكن الشركة الافتراضية تستعين بمصادر خارجية في كافة خطوات البحث العلمي وسلسلة تطوير المنتج.



**«ينبض قلب الشركات التقنية الحيوية الافتراضية على إيقاع السفر المستمر»**

ليونيد سعد

وغالبًا ما تكون الشركة الافتراضية سريعة التغيُّر، تتنقل من صناعة العقاقير إلى اختبارات السُّمِّيَّة، بدون الحاجة إلى بناء مرافق، أو توظيف فريق عمل. ومثل هذه الشركات مصغرة الحجم تغري شركات الأدوية الراغبة في شراء شركات أصغر؛ من أجل ملء قائمة انتظار الأدوية قيد التصنيع.

لقد أصبحت كل هذه السمات هي الأكثر طلبًا في أعقاب الأزمة المالية، لأن المستثمرين بدأوا يستشعرون القلق من المخاطرة الكبيرة المتمثلة في دعم شركات التقنية الحيوية الناشئة على المدى الزمني الطويل لتطوير المنتَج. وأجبرَ هذا الضغطُ الشركات بالفعل على أن تصبح أكثر كفاءة. ويقول هال برودرسون، المدير الإداري لشركة «روك هيل فينشرز» للاستشارات في وينوود في بنسلفانيا: «هذه الخطوة تولّدت بالفعل من الضرورة»، مضيفًا: «الأمر أشبه بشتاء نووي مدمر، في انتظار شركات التقنيات الطبية التي لا تزال في مراحلها الأولى».

ويجب على العلماء المهتمين بالعمل في شركات افتراضية، أو إنشائها، أن يكونوا على وَعْي بالقيود التي يفرضها ذلك النموذج. فالشركات الافتراضية تعمل بشكل أفضل عندما تقوم بتطوير العقاقير لهدف جزيئي معروف، مستخدمين في ذلك تقنيات مألوفة، حسبما تحذِّر كيبلر، لكن هذا الكيان غير ملائم لاكتشاف أهداف جزيئية جديدة، أو لتطوير فئة من العقاقير لها طريقة عمل جديدة.

تقوم شركة كيبلر الأولى ـ «إيليرون ثيرابيوتيكس» في كمبريدج ـ بتطوير عقارات على أساس ببتيدات حلزونية قصيرة، تستطيع التفاعل مع البروتينات داخل الخلايا؛ من أجل علاج أمراض معينة، من بينها السرطان، واختلال الغدد الصماء، لكن لسوء الحظ، كان هذا النهج جديدًا جدًّا على النموذج الافتراضي للشركات، حسبما توضح كيبلر، لأن «منظمات البحوث التعاقدية » أُنشئت لأداء فحوص وجداول أعمال تقليدية واضحة المعالم، وليس من أجل معالجة تجارب بيولوجية مبتكرة. وقد نجحت شركة «إيليرون» في البقاء لمدة عامين كشركة افتراضية، لكنها في النهاية اضطرت إلى إنشاء مختبراتها التقليدية الخاصة، وتوظيف علماء معمليين. تقول نانسي جيليت، المديرة العلمية في «مختبرات تشارلز ريفر»، إحدى «منظمات البحوث التعاقدية »، ومقرها في ويلمنتون بماساتشوستس: «إن عمليات التطوير الحديثة والفحوص الجديدة لا تزال مرتبطة بالأوساط الأكاديمية والتقنية الحيوية والصناعات الدوائية».

وفي المقابل، لا يزال هيكل شركة «نيمبس» يثبت مرونته إلى الآن. فالشركة المندمجة في شراكة مع شركة «شرودينجر» ـ وهي شركة للكيمياء الحاسوبية، مقرها بورتلاند في أوريجون ـ تستخدم نمذجة جزيئية مشتقة من الفيزياء؛ من أجل تصميم جزيئات تضرب الأهداف الخلويّة التي تعدّل المرض. وتقوم «منظمات البحوث التعاقدية » بإجراء الدراسات الكيميائية والبيولوجية الضرورية؛ لتحويل مثل هذه الجزيئات إلى أدوية مرشحة للتصنيع. ومن بين الموظفين الـ12 في «نيمبس»، هناك علماء ذوو خلفيات في الأحياء والكيمياء الطبية يقومون بتنسيق جهود النمذجة في «شرودينجر» مع المهام العملية في «منظمات البحوث التعاقدية».

## نظرة شاملة

إن العمل في شركة افتراضية للتقنية الحيوية يتطلب مجموعة خاصة من المهارات، حسبما يشير ديفيد كافالّا، مؤسس «نيوميدكس» الشركة الدوائية الافتراضية في كمبريدج بالمملكة المتحدة. ويضيف: «يجب أن يكون لديك شخص لديه رؤية واسعة لعملية إنتاج العقار كاملة، وقادِر على النظر إلى الخطوة التالية، بحيث يمكنه القول: هذا ما سأحتاجه خلال 18 شهرًا».

ومن الصعب إيجاد تلك الخبرة، لأن الشركات الدوائية أو شركات التقنية الحيوية الكبيرة أصبحت تقلِّص أقسام البحث والتطوير الخاصة بها، من خلال تسريح العلماء، واللجوء إلى مصادر خارجية. وبشكل متزايد.. أصبحت مهام التطوير الدوائي تتوفر في «منظمات البحوث التعاقدية»، بدلًا من شركات التقنية الحيوية التقليدية والمتكاملة. وتقول جيليت إنها حينما غادرت شركة «جينينتك»، تلك الشركة الكبيرة في مجال التقنية الحيوية ـ ومقرها جنوب سان فرانسيسكو بكاليفورنيا ـ من أجل الالتحاق بإحدى «منظمات البحوث التعاقدية» الصغيرة، قال لها الكثيرون إنها بذلك تنتحر وظيفيًّا.

كان هذا منذ ما يقارب 20 عامًا، عندما كانت «منظمات البحوث التعاقدية» يُنظَر إليها على أنها جهات عمل تُعتبَر ملاذًا أخيرًا للعلماء، وأنها تدفع أقلّ، وتوفر نوعًا من الذاتية أقل من الوظائف الأخرى في شركات الأدوية. ومنذ ذلك الحين، تغيَّرت الأمور بشكل كبير، حسبما تقول جيليت، «فالآن، تأتي الشركات الكبيرة إلينا من أجل المشورة».

ويكتسب العلماء في «منظمات البحوث التعاقدية» خبرات من العمل على مشروعات كثيرة مختلفة، كما يقومون بإعطاء استشارات للعملاء حول أمور معينة في تطوير العقاقير، لكن نادرًا ما تتاح لهم الفرصة للمشاركة في عملية صنع القرارات الاستراتيجية حول اتجاه المشروع، أو صياغة الرؤية الكُلِّيَّة للعملية، التي ينادي بها كافالا. ويقول كافالا إن كبار العلماء الذين غادروا الشركات الدوائية الكبيرة، أو تم تسريحهم، يُعتبرون المصدر الأساسي للخبرة الإدارية، مضيفًا أن «السبب الذي يمكِّنك من إنشاء هذا النموذج الافتراضي هو أنك توظِّف كل هؤلاء الأشخاص أصحاب الشعر الرمادي من ذوي الخبرة، القادمين من شركات الأدوية».



إلياس واشنطن اخترع علاجًا للعمى، وعلى أساسه أُنشِئت شركة افتراضية.

MICHAEL GHARBI

ويرى ديفيد كولير ـ المدير الإداري لعلوم الحياة في شركة «سيميا كابيتال» CMEA Capital بسان فرانسيسكو ـ أن بعض العلماء الصغار سيظلون قادرين على إيجاد فرص تدريب في بعض الشركات الكبيرة المتبقية. ويشير إلى أنه بينما هم هناك، بإمكانهم السعي لتحصيل الخبرة التي يحتاجونها بشدة في أي شركة افتراضية: وهي إدارة التعامل مع متعاقدين خارجيين. ويؤكد كولير أن «الجزء الرئيس هو فهم كيفية عمل «منظمات البحوث التعاقدية»، وكيفية التفاوض من أجل الوصول إلى أسعار معقولة». وهذا المستوى من الخبرة يتضمن كل شيء، ابتداءً من تخطيط التعاقد؛ لضمان التزام المتعاقدين بالجدول الزمني الذي وضعته الشركة، حتى التأكد من أنّ البروتوكولات الأساسية للمختبرات تفي بالمعايير المطلوبة.

وهذا لا يعني أن تولِّي مسؤولية الشركة الافتراضية أمرٌ يتعلق بالإدارة فقط، دون وجود للعلم. فأكثر الناس القادرة على النجاح في شركة افتراضية للتقنية الحيوية يَجمعون بين الخبرة الإدارية، والحِسّ العلميّ، حسبما يشير ليونيد سعد، مؤسس ومدير شركة «ألكوس فارماسيوتيكالز» في بوسطن بماساتشوستس، وهو الموظف الوحيد العامل بدوام كامل فيها. ويعمل سعد مهندسًا للأنسجة الحية، بعد أن تَلَقَّى تدريبًا. ويقول إنّ إدارة شركة افتراضية تحرِّره من البيروقراطية الداخلية، بحيث يمكنه قضاء وقت أطول في التفكير في الرؤية العلمية الأوسع. ويضيف: «إنه لَأمرٌ ممتع للغاية أن تعمل وحدك. فعندما يتم كل شيء داخل المؤسسة، تضطر لقضاء وقت أكبر بكثير في إدارة الأشخاص، بدلًا من التفكير في العقار الرئيس، والتطوير الجوهري».

لقد أتاح النموذج الافتراضي لسعد أن ينطلق في العمل وحده من خلال تقليل تكاليف إنشاء الشركة، لكنّ المستثمرين ما زالوا يريدون أن يروا أدلة على نجاح الشركة، قبل أن يخاطروا بأموالهم. وعلى مدى عامين، كان سعد يسعى خلالهما لاستثمار أمواله، وعندها قرَّر أنْ ينشئ شركته الخاصة بتمويل مبدئي، حيث اقترض من أفراد عائلته، إلى جانب مدخراته الشخصية.

كانت خطته أن يسعى للحصول على المزيد من الاستثمارات، حالما يكون لديه شيء يعرضه. ويشرح قائلًا: «إذا كنتَ صاحب مشروع، فأنت تحتاج إلى مال يكفي لعام كامل، من أجل البقاء وفعل شيء ذي قيمة». ويضيف: «لا يمكنك أن تعيش على الفتات، ثم تذهب إلى المستثمرين الرأسماليين لتقول لهم: لم أستطع أن أحرز تقدمًا، لأن أموالكم ليست معي».

## الاختيار الصائب

كان سعد يعلم أنه يحتاج إلى مشروع يستطيع أن يثبت جدواه بميزانية محدودة خلال عامين، قبل أن تنفد أمواله؛ ففَتَّش في أكثر من 150 براءة اختراع جامعية؛ بحثًا عن تقنيةٍ يستطيع بناء شركته حولها، وقام بتقييم كل واحدة بعين المستثمر المجازف. ففي موقفه، كان من الضروري أن يجد مشروعات مركزة، ولها مسار واضح، ويُستحسَن أن يكون قصيرًا، للوصول إلى التطبيق العلاجي، حسبما يقول.

قام سعد باختصار قائمته إلى 20 تقنية، ثم قام بالبحث عن الملكية الفكرية؛ لتحديد ما إذا كانت براءات الاختراع قوية بما يكفي للصمود، إذا ما تم الطعن ضدها في المحاكم. كما أنه بدأ يقرأ كثيرًا؛ لمعرفة ما إذا كانت الآراء العلمية ستتوافق على تأييد الاختراع المطروح، أم لا. وأخيرًا، استقر على علاج محتمل لتَنَكُّس الحفيرة ـ وهو سبب شائع للعمى ـ ابتكره إلياس واشنطن،



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الباحث في مجال طب العيون بجامعة كولومبيا في نيويورك. ويقضي سعد الآن وقته في زيارة واشنطن، و«منظمات البحوث التعاقدية» الخمس التي تعمل على المشروع. ويقول: «ينبض قلب الشركات التقنية الحيوية الافتراضية على إيقاع السفر المستمر. أنا أحمل مكتبي بالكامل معي على حاسوبي المحمول».

ولا يعجب الجميع بنمط الحياة الافتراضي. ويبدي ستيورت ليمان ـ مالك شركة «ليمان بيوفارما كونسلتنج» في سياتل بواشنطن ـ قلقه من أن هذا الاتجاه يُخلِّف عددًا قليلًا من الوظائف البحثية المُرضِية في مجال استكشاف العقاقير.

ويرى ليمان أنه بالرغم من أن سوق «منظمات البحوث التعاقدية» يزدهر، إلا أنّ الوظائف التي لديها لا ترضي الكثيرين من أفضل الباحثين الذين يفضِّلون أن تكون لهم سيطرة علمية على أعمالهم، بدلًا من تنفيذ طلبات العميل. ويتفق جوناثان مونتاجو ـ نائب الرئيس لشؤون الأعمال في شركة «نيمبس» ـ مع هذا الطرح، قائلًا إن العلماء السَّاعِين لسجل مهني في «منظمات البحوث التعاقدية» عليهم أن يبحثوا عن وظائف تمنحهم استقلاليّة. ويضيف: «يتوجب عليك أن تُحْسِن الانتقاء».

## فَرِّقْ.. تَسُدْ

على العلماء الذين يجدون وظائف في شركات افتراضية أنْ يدركوا أنهم قد يعودون قريبًا إلى سوق العمل. فالشركات الافتراضية غالبًا ما تكون مصمَّمة لكي يتم بيعها لشركات الأدوية، وهو ما يعطي المستثمرين فرصةً لاسترداد أموالهم، دون الانتظار لعقد أو أكثر، حتى يصل العقار إلى الأسواق. ويقول ليمان: «إذا كنتُ عالِمًا شابًّا، فشركات التقنية الحيوية الافتراضية لن تكون المكان الذي أطمح إلى العمل فيه. وحتى إذا كنتَ ناجحًا فيها، فسوف تتم تصفية الشركة خلال عامين؛ وبالتالي تجد نفسك أصبحتَ بلا عمل مجددًا».



«يجب أن يكون لديك شخص لديه رؤية واسعة لعملية إنتاج العقار كاملة»

ديفيد كافالّا

ومع ذلك.. يجد الباحثون عن العمل، الراغبون في الاستقرار، خيارات أخرى في سلالة جديدة من الشركات الافتراضية للتقنية الحيوية. فبعض الشركات مصمَّمة للتمكُّن من بيع مشروع واحد من مشاريعها، مع الإبقاء على بقية المؤسسة، والسماح للموظفين والبنية التحتية بالبقاء في محلها. فعلى سبيل المثال.. تجعل شركة «نيمبس» لكل مشروع من مشروعاتها فرعًا منفصلًا، له ملكيته الفكرية وأصوله، بحيث تستطيع إحدى شركات الأدوية شراءه، دون الحاجة إلى شراء المؤسسة كاملةً.

وبالمثل، عندما أسس كولير وزملاؤه شركة «فيلوسيتي فارماسيوتيكال ديفيلوبمنت» ـ ومقرها لاجولا في كاليفورنيا ـ جعلوا من كل مشروع مؤسسةً بذاتها. ويقول كولير: «يجرى كثير من التجريب الآنَ مع هذا النموذج الجديد».

وفي نهاية المطاف، يحتاج علماء الصناعة أن يتكيَّفوا مع هذا الواقع الجديد، حسبما يرى جاستن تشاكما، المحلل في شركة الاستثمار الرأسمالي التي تُسمَّى «توماس وماكنيرني وشركاؤهما» في لاجولا بكاليفورنيا. وهذا قد يعني التنقُّل من وظيفة إلى أخرى. ويقول تشاكما: «على العلماء أن يتأقلموا على العمل كمجرد استشاريين». ويضيف: «إن هذا الأمر لا ينطوي على تدفُّق ثابت للدخل، مثلما كان الحال منذ سنوات». ■

---

**هايدي ليدفورد** مراسلة «نيتشر» من كمبريدج بماساتشوستس.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ALEKSANDER1/SHUTTERSTOCK

تقنيات

# الأداة الصحيحة

على مطوِّري أدوات البحث العلمي أن يكونوا مبدعين ومبتكرين، وعلى استعداد للتعاون مع أشخاص من مختلف المجالات.

**كيلي راي شاي**

حلم جريجوري باكنر بأن يصبح جَرَّاحًا، لكن والده، المهندس المدني، أقنعه بأن يجرِّب مجال الهندسة. والآن، أصبح باكنر يجمع بين الاهتمامين، بعد أن أصبح مهندس ميكانيكا في جامعة ولاية نورث كارولَيْنا في رالي. فهو يبتكر ويُصنِّع ويُطوّر أدوات الطب الحيوي، مثل القسطرة آلية الحركة التي تُستخدَم في الجراحات القلبيّة الصدريّة المحدودة. لا يعمل باكنر بشكل مباشر مع آلام أو تهتكات الصدر، ولكنه يتعامل مع البطاريّات، ولوحات الدوائر الكهربية، والأنابيب البلاستيكية.

وتعمل الأدوات ـ سواء أكانت أجهزة معمليّة، أم حتى برمجيّات ـ على تحسين البحث العلمي، وفتح مجالات للتساؤل. وتعمل حفنة متنوعة من الأشخاص على تصنيعها؛ فقد يكونوا باحثي جامعات بدوام كامل، أو تم توظيفهم من قِبَل فِرَق كبيرة في المجال الأكاديمي أو الصناعي، فالحدود بين المجالين انسيابيّة. وعلى سبيل المثال.. عمل باكنر كمستشار، كما قام بترخيص اختراعاته لشركات تقوم بتصنيعها، كما أنشأ شركته الخاصة.

وتتضمن الوظائف في تلك الصناعة أهدافًا محدَّدة، وهي ذات معدل تبدُّل عال. وهي غالبًا ما تكون وظائف في شركات تبيع الآلات العلمية والأجهزة، أو البرمجيات الطبيّة، مثل شركة «لايف تكنولوجيز» في كارلسباد في كاليفورنيا، وشركة «أوكسفورد إنسترومنتس» في أبينجدون بالمملكة المتحدة، وشركة «ميدترونيك» في منيابولس بمينيسوتا. والاختيارات متعددة لهؤلاء المهتمِّين بتوجيه مهاراتهم ودرايتهم العلمية نحو الأدوات، أكثر من الأبحاث المعمليّة.

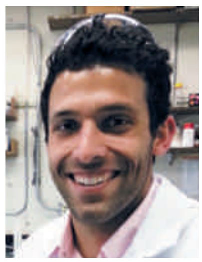
«هناك بالتأكيد طرق متنوعة للإسهام في العلوم، من خلال استحداث الأدوات»، حسبما يقول إريك بيتزج، رائد إحدى المجموعات في معهد هوارد هيوز الطبي، التابع لـ«جانيليا فارم ريسيرش كامبس» في آشبورن بفيرجينيا، الذي قادَ في «جانيليا» وأماكن أخرى جهودَ تطوير مجهر، بمقدوره إظهار ملامح حجمها أصغر من نصف الطول الموجي للضوء المسلَّط عليها. وبينما لم يحظ مجال تصميم وصناعة أدوات الطب الحيوي بالاهتمام في الماضي، بدأ حاليا يكسب احترامًا متزايدًا كمسار وظيفي. وباتت هناك مِنَح ونشرات علمية مخصصة لهذه الحرفة، وأصبح صانعو الأدوات يُدمَجون في الفرق البحثية بشكل متزايد، ليس فقط للمساعدة في تطوير الأدوات، ولكن أيضًا في تطبيقاتها. وبالرغم من أنهم قد لا يكونون مسؤولين عن النتائج ◀

الحقيقية، إلا أن صانعي الأدوات يساعدون على تجاوز العقبات التي تواجه الفريق في المعمل، أو العيادة.

## كافة مناحي الحياة

عادةً ما يمتلك صانعو الأدوات الناجحون خبرةً في مجالات عديدة، منها الهندسة، وعلوم الكمبيوتر والمعلوماتية الحيوية، والرياضيات، أو الفيزياء، وأحيانا يمتلكون خبرةً في الأحياء. كما أنهم يميلون إلى أن يكون لديهم: استعداد للتعلم، وموهبة خاصة في اختيار مهارات الميكانيكا والمهارات البحثية، وحماس للتعاون. وعلى سبيل المثال.. عمل أعضاء مجموعة تصميم وتصنيع الآلات في «جانيليا فارم» في صناعة أدوات المجال العسكري والسيارات. ويقول كريس ويرنر ـ مدير الموارد المشتركة بالفريق ـ إنهم يتلقّون معرفة علوم الأعصاب خلال وظيفتهم في «جانيليا». ويرافِق صانعو الأدوات العلماءَ في المختبر، إلى أنْ يفهموا المشكلة قيد النظر، حتى إنّ أسماءهم قد تُوضع كمؤلفين مشاركين عند نشر العمل في المنشورات العلمية. ويقول ويرنر: «إلى جانب المهارات التقنية، فما يهم فعلًا ويُحْدِث أثرًا هو مهاراتهم الجيدة في التواصل والثقة في الآخرين، وقدرتهم على انتهاج السلوكيّات الحسنة مع الآخرين».

وعلى صانعي الأدوات أن يكونوا مستمعين جيِّدين، متنبهين للتحديات البحثية، سواء أكان ذلك في تصوير خلية حيّة، أم عند تحليل عدد ضخم من البيانات. فتطوير الأدوات لحل مثل هذه المشكلات يتضمن إجراء اختبارات عديدة، والتشاور بشكل متكرر مع المستخدمين أو العملاء؛ من أجل التأكد من أنّ الآلة أو اللوغاريتم يقوم بالمطلوب. قد يمثل هذا تحديًا كبيرًا، لأن أغلب الباحثين يكونون غير متأكدين مما يحتاجونه بالضبط. والنجاح هنا قد يعني الارتباط بشكل ثابت في مشروع ما لمدة طويلة، فكثيرًا ما يتم ربط صانعي الأدوات بجهات تعاون وشركات مهتمّة بالتقنيات التي يقومون بإنشائها.



«الملاحظة أو التجربة الأولى المحظوظة تأتي لكل شخص مرة كل حين. الأمر يقتصر على التعرف عليها، وتطوير إمكاناتها»

آرمون شاري

جرب آرمون شاري ـ طالب الدكتوراة في مجال الهندسة الكيميائية بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ بنفسه جرعة وافية من التجربة والخطأ يمكن أن تتم في عملية تطوير الأدوات. فقد سَلَك شاري طريق الاختراعات بالصدفة عندما كان يحاول أن يقذف الخلايا بضخات من السائل من أجل توصيل بروتينات وحمض نووي وجسيمات نانوية وغيرها من الجزيئات الكبيرة إلى الخلايا؛ لغرض التطبيقات البحثية والإكلينيكية. نجحت عملية التوصيل، لكن ليس للأسباب التي توقعها.. فبدلًا من حقن الغشاء مباشرة بالسائل، بدا أن عملية الضخ تسحق الخلايا فتعصرها بقوة، لدرجة أنها تسببت في جعل أغشيتها تفتح بشكل مؤقت، وتسمح للسائل بالانتشار فيها، لكن كفاءة التوصيل كانت رديئة. يقول شاري: «لم تبد الاحتمالات جيدة، لكن ما جعلنا نستمر هو أنه ـ من ناحية المبدأ ـ كانت هذه الطريقة شديدة البساطة، لدرجة أنها ستُحْدِث فارقًا كبيرًا، إذا استطعنا تحسينها».

تحمّل مستشاروه البحثيّون المخاطرةَ، وقام الفريق بإصلاح التصميم. ألغى الفريقُ المِضَخَّ، وأنشأ نُسَخًا مختلفة من شريحة موائع دقيقة، عملتْ بشكل أساسي عن طريق عصر الخلايا. حصل الفريق على براءة اختراع لتلك التقنية، وفي مارس الماضي أنشأوا شركة «إس كيو زي بيوتيك» في بوسطن ماساتشوستس؛ من أجل تسويق هذا الجهاز. وتتضمن استخداماته توصيل بروتينات إعادة البرمجة؛ لتحويل الخلايا مكتملة التطور إلى خلايا جذعية محفزة متعددة الفاعلية. ويقول شاري: «أعتقد أن الملاحظة أو التجربة الأولى المحظوظة تأتي لكل شخص مرة كل حين. والأمر يقتصر على التعرف عليها وتطوير إمكاناتها».

وبعيدًا عن المصادفات، تأتي أفكار الأدوات نتاجَ فهم عميق لاحتياجات العملاء، وهو ما يعطي رؤية حول طرق عمل التحسينات. لقد جاءت أفكار أغلب ابتكارات باكنر ـ التي تتضمن قسطرة آلية الحركة، يتم التحكم فيها بدقة، وكذلك ضامًّا صدريًّا، بإمكانه قياس القوة خلال جراحات القلب المفتوح ـ من خلال مشاهدة الجراحين وأطباء القلب واختصاصيّ الأورام المعالجين بالإشعاع. ويقول باكنر الحاصل على عدة براءات اختراع لابتكارات عدة: «إنهم خبراء حقيقيون في المجال، ويعرفون الصعوبات التقنية لممارساتهم الحالية».

وغالبًا ما تؤدي عملية تطوير الأدوات ـ في حد ذاتها ـ إلى توليد أفكار إضافية؛ فقد يتشعب مشروع العمل إلى عدة مشاريع. ومن خلال التعاون في المجال الإكلينيكي في عامي 2007 و2008، عمل فريق باكنر على تحويل عملية ربط العقد في الخياطة الطبية خلال جراحات الصمام التاجي بالقلب إلى عملية آليّة. كان على الباحثين اختبار نموذجهم الأوّليّ على خنازير حيّة، وقد تبين أنها عملية مكلفة ماليًّا (تتكلف 2500 دولار أمريكي لكل خنزير)، وتستهلك وقتًا. ولذلك.. قاموا بتطوير «نظام قلب ديناميكي»، بحيث يتم ضخ سائل في قلب خنزير ميت، لينبض بشكل مماثل للواقع. وقد سمح لهم الجهاز باختبار تقنياتهم بتكلفة أقل من 25 دولارًا لكل تجربة.

## بارقة أمل

على صانعي الأدوات أن يكونوا على استعداد لمواجهة بعض الإحباطات. وإذا فشل المنتج النهائي في الارتقاء إلى مستوى الفكرة الأصليّة، فعليهم أن يتمتعوا بالنباهة الكافية لتعديل الأوضاع، إما بإيجاد تطبيقات أخرى، أو بالمُضِيّ قُدُمًا. لقد مرّ بيتزيج بصعوبات في مجالات مرتبطة بالمجال المجهري، وهو الحصول على طريقة تصوير عالية الوضوح. وتبيَّن أن التقنية لها قيود فيزيائية جعلتها غير ملائمة للهدف الأساسي، وهو تصوير العينات البيولوجية. وفي النهاية، مضى قُدُمًا باتجاه مشاريع مختلفة، بالرغم من أنّ آخرين استمروا في العمل في مجالات مرتبطة بالتصوير المجهري. ويقول بيتزيج: «الأمر الذي يميز الأدوات هي أنك قد تعتبرها مثل طفلك. عندما يولد تقول: قد يكون رئيسًا! أو رائد فضاء! أو قد يعالج السرطان!»، لكن غالبا ما يدرك صانعو الأدوات أن عملهم قد لا يكون له التأثير نفسه الذي توقعوه. ويقول بيتزيج إن أدواته فشلت بعدة طرق، وإنه يستطيع ـ من خلال التركيز على العيوب ـ إيجاد فرص تطوير نسخ أفضل من أعماله.

وحالما يصل صانع الأدوات الذيّ يعمل في الأوساط الأكاديمية إلى اقتناع بأنّ لديه شيئًا جاهزًا ليتم تسويقه، فإن ثمة مجموعة أخرى من التحديات تنتظره. ففي الولايات المتحدة ـ على سبيل المثال، على المطوِّرين أن يقدموا وثائق تشرح الاختراع لمكتب التبادل التكنولوجي بالجامعة التي يعملون بها، بحيث يتاح للمكتب تقييم إمكانيات تسويق الأداة المبتكرة. وإذا بدت لهم أداةٌ واعدة، فعادة ما يقوم المكتب بعد ذلك بتقديم استمارة براءة اختراع مشروطة. فإذا ما تم الوفاء بالشروط المحددة من قِبَل المكتب الأمريكي لبراءات الاختراع والعلامات التجارية خلال 12 شهرًا، فيمكن تحويلها إلى استمارة غير مشروطة.



NCSU/BECKY KIRKLAND

مهندس الميكانيكا جريجوري باكنر (يمين الصورة) يعمل مع أحد طلاب الدراسات العليا.

وبعد إصدار براءة الاختراع، هناك عدة احتمالات. قد يسعى المخترع للحصول على التمويل من القطاع الصناعي أو من الحكومة؛ من أجل إدخال بعض التحسينات على النموذج الأوّليّ. وقد يتعاون مكتب التبادل التكنولوجي مع المخترع؛ من أجل إيجاد شركات على استعداد للتصنيع بترخيص. وأي أداة يتم توجيهها للاستخدامات الإكلينيكية يجب أن تحصل على موافقة تنظيمية. وبإمكان المخترع أن يُنشئ شركة بمساعدة شركاء أو مستشارين ذوي خبرة في مجال الأعمال والقانون. وبعد بيع الأدوات، ربما تظهر تطبيقات جديدة، وقد تعمل الشركة على تطوير تلك الأدوات، أو تقوم بإنشاء شركة عَرَضِيّة للقيام بهذه المهمة.

## بناء المهارات

صانعو الأدوات ـ مثلهم في ذلك مثل الباحثين ـ يتعلمون من خلال أنواع مختلفة من التدريبات المهنية. «وكطالب دراسات عليا في بداياته، يستطيع أن يتعلم هذه المهارات من خلال العمل مع طلاب الدراسات العليا الأقدم، وحاملي الدكتوراة، وكبار الباحثين»، حسبما يوضح صامويل هس، الفيزيائي بجامعة مِين في أرونو، الذي اخترع تقنية تصوير عالية الوضوح. وتساعد الشهادات العلمية في مجالات معينة ـ مثل الهندسة الحيوية الطبية، أو الأحياء الحوسبية ـ على بناء المهارات المطلوبة للأعمال التي يتقاطع فيها استحداث الأدوات مع مجال الطب أو الأحياء. وحتى بعد الحصول على درجة الدكتوراة، بإمكان صانعي الأدوات أن يتعلموا أو يعملوا على تحسين مهاراتهم من خلال العمل مع باحثين أكثر خبرة خلال عملهم على زمالة ما بعد الدكتوراة، سواء أكانوا متفرغين، أم يعملون في مجال الصناعة. ومتى يحدث ذلك، فإن تعلُّم تصنيع الأدوات هو مسألة ممارسة عملية، تحدث فيها أخطاء كثيرة على طول الطريق، حسبما يرى بيتزيج.

ويعمل الكثير من صانعي الأدوات ـ العاملين في المجال ـ بدوافع ذاتية، مثلما قاموا بتعليم أنفسهم. ويقول كريس بيتشر، عالم الكيمياء التحليلية والمشارك في تأسيس شركة «إيرو تكنولوجيز» في آن آربور بميتشيجان، ومخترع مِنَصّات تحدِّد حجم الجزيئات الصغيرة التي تُنْتَج في عملية التمثيل الغذائي في الخلايا أو الأنسجة: «أقوم بتوظيف الكثير من المبرمجين والمهندسين. وأفضل مبرمجين هم دائمًا علماء أحياء سابقون، أصابتهم عِلّة البرمجة».



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وتوظف شركة «ووترز» العاملة في مجال أجهزة القياس العلمية التحليلية ـ ومقرها ميلفورد بماساتشوستس ـ بعض المطورين ممن ليسو مهندسين، ولكنهم علماء، لهم خبرة سابقة في استخدام الآلات الكيميائية التحليلية كجزء من برامجهم البحثية، وهم بذلك يعرفون ما يحتاجه العملاء، حسبما يوضح ستيفن كوهين، مدير فرع العلوم الحياتية في قسم البحث والتطوير بالشركة. وهؤلاء المطوِّرون يعملون مع ورشة تصنيع؛ من أجل تصميم الآلات، وبناء النماذج الأوليّة.



**«يستطيع المرء أن يتعلم هذه المهارات من خلال العمل مع طلاب الدراسات العليا الأقدم، وحاملي الدكتوراة، وكبار الباحثين»**
صامويل هِس

وفي الأوساط الأكاديمية وقطاع الإنتاج غير الهادف إلى الربح، يتم تمويل تطوير الأدوات في الغالب من خلال مشروع بحثي أوسع نطاقًا. وبإمكان الباحثين أيضًا التقدم لطلب مِنَح مخصَّصة لبناء الأدوات. فعلى سبيل المثال.. تقوم مؤسسة «جينوم كندا» في أوتاوا بدعم تطوير التقنيات المرتبطة بالجينوم، من خلال مسابقات التمويل. ويقول نافيد عزيز ـ مدير برامج التقنية في المؤسسة ـ إنه يتلقى استمارات طلب التمويل التي يُقبِل عليها علماء المعلوماتية الحيوية بالقدر ذاته لإقبال الباحثين. كما تقدِّم «المؤسسة القومية للعلوم» الأمريكية منحة «تطوير الآلات للأبحاث الإحيائية»، من أجل دعم تطوير الأدوات التي تساعد في خلق قدرات جديدة للبحث العلمي، أو تحسين التقنيات الحالية بشكل ملحوظ، أو تحويل نموذج أوّليّ إلى شيء قابل للاستخدام على نطاق أوسع.

تقدم كذلك وكالات فيدرالية أمريكية عديدة ـ مثل المؤسسة القومية للعلوم، والمعهد القومي للصحة، ووزارة الدفاع ـ منحتَيْ «الأبحاث الابتكارية للشركات الصغيرة»، و«التبادل التكنولوجي للشركات الصغيرة»، وهما منحتان تهدفان إلى تشجيع الابتكارات التكنولوجية، وتقليل العوائق أمام التسويق. ويقوم صندوق «ويلكم ترست» في لندن ـ أحد أكبر الفعاليّات الخيرية المختصّة بأبحاث الطب الحيوي على مستوى العالم ـ باستخدام صندوق الترجمة، وصندوق تحديات الابتكارات الصحية؛ من أجل تسريع عملية تسويق تقنيات الطب الحيوي.

وتساعد مثل هاتين المنحتين صانعي الأدوات في إحداث فارق دائم في مجال معين. ودائمًا ما يكون من الرائع أن «تتخطى النطاق الضيق» للمشروع العلمي الأصلي، حسبما يشير تشارلز شميت، مدير قسم المعلوماتية بمعهد رينيسانس للحوسبة، ومقره في تشابل هيل بنورث كارولَيْنا.

وبالرغم من أنه أمر مُرْضٍ أن يتم تبنِّي إحدى الأدوات على نطاق واسع، فإنه ـ في بعض الأحيان ـ يعني أنّ على صانعي الأدوات أن يدرِّبوا الآخرين على استخدام اختراعاتهم، وعليهم أن يسلموا القيادة لمجموعات تتمتع بمجموعة المهارات والأهداف نفسها. ولصانعي الأدوات أن يفتخروا بتأثيرهم، ولكنْ عليهم أن يتخلَّوا عن السيطرة على بنات أفكارهم. ويقول شميت إنّ المُضِيّ قُدُمًا «دائمًا ما يمثِّل تحديًا كبيرًا». ■

**كيلي راي شاي** كاتبة حرة، تقيم في كاري، نورث كارولَيْنا.

# نقطة تحوُّل

## هَنا الصمد



أصقلتْ هَنا الصمد مهاراتها، بعد أن تلقَّتْ تدريبًا في مجال الهندسة؛ بغية دراسة الأنظمة المعقدة، ولكن انتهى بها الحال إلى إجراء أبحاث في التعبير الجيني. وفازت هَنا الصمد في هذا العام بمنحةٍ، قدرها 1.4 مليون دولار أمريكي، من مؤسسة «عائلة بول ج. ألين» في سياتل بولاية واشنطن. وهي لا تخشى المخاطرة، إذ تحلَّلتْ من قيود البيولوجيا التقليدية.

**مَنْ الذي أثَّر عليكِ؛ ودفعكِ إلى دراسة العلوم؟**

لقد نشأتُ في لبنان، حيث رسّخت أمي ـ معلِّمة الرياضيات ـ بداخلي حُبَّ الرياضيات والهندسة. وفي الجامعة الأمريكية ببيروت، أردت أن أدرس النظريات الرياضيّة التي تبين كيفية عمل الأشياء. وركزت على نظرية التحكم المعنيَّة بالأنظمة الآليّة.

**وكيف تحوّل تخصُّصك إلى عِلْم الأحياء؟**

في عام 1999، حصلتُ على درجة الماجستير في الهندسة الكهربية مع التركيز على النظم الديناميكية المنضبطة من جامعة ولاية أيوا في إيمز. وفي عام 2002، عندما كنتُ في منتصف الطريق لإنهاء بحث الدكتوراة الخاص بي، انتقل مُشْرِفي مصطفى خماش إلى جامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا، وصَحِبْتُه إلى الجامعة نفسها. وكان الناس قد شرعوا في التحاور بشأن بيولوجيا الأنظمة، وأدركتُ أنّ النظريات التي عكفت على دراستها ـ المتعلقة بالميكانيكا ـ قد تكون ذات صلة بالأنظمة الطبيعية؛ وحينئذٍ حَوَّلْتُ مَسَاري كليًّا.

**وهل دَعَّمَ مُشْرِفُكِ هذا القرار؟**

مشرفي رجل فَطِن ومتفتِّح، وظن أنّ الشروع في دراسة البيولوجيا يمكن أن يكون مثيرًا حقًّا. قمنا بتوزيع فصول من كتاب في علم البيولوجيا فيما بيننا، وعَلَّمَ كُلٌّ منا الآخر. كان موضوع أطروحتي هو: «ردود أفعال الصدمة الحرارية التي تستخدمها البكتيريا للتكيُّف مع ارتفاع درجات الحرارة». وقد حاولنا نمذجتها؛ للتعرف على طريقة عملها في زمن محدَّد.

**هل كان من الصعب عليكِ الانتقال إلى دراسة البيولوجيا؟**

في عام 2004، حصلتُ على درجة الدكتوراة في الهندسة الميكانيكية. وواجهتُ خيارين؛ إما قبول منصب في المجال الهندسي، أو أنْ ألقي بنفسي في أحضان البيولوجيا. لم يكن القرار هيِّنًا.. فقد عُرضتْ عليَّ عدة مناصب في مجال الهندسة، لكنّ زميلًا لي رشحني لبرنامج «زمالة ساندلر» بجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو، الذي يموِّل شخصًا واحدًا سنويًّا؛ لتشكيل مجموعة صغيرة مستقلة، ينصبّ تركيزها على الأبحاث الخطرة. ووقع اختياري على هذا البرنامج. وظَنّ الناسُ أنني جُنِنْتُ، لكنه كان الاختيار الأمثل لمشواري العملي.. فأنا الآن عالِمة تجريبية متخصِّصة في مجالٍ هجينٍ بين الهندسة، والبيولوجيا.

**كيف قمتِ بتوسعة معمَلِك؟**

لم أُنْشِئ معملاً ضخمًا. كُلُّ ما أردته هو 6 - 8 أشخاص يشتغلون بالعلوم ودراستها بعُمق؛ بغية محاولة فَهْم كيفية عمل عدد قليل من الأنظمة بطرق تنبؤيّة. ولذلك.. وقع اختياري على أشخاص ذوي خلفيّة في علوم الرياضيات، والفيزياء، والبيولوجيا الجزيئية، والعلوم الحوسبية.

**هل واجهتِ صعوبات في الجَمْع بين هؤلاء الأشخاص؟**

نعم، فالجَمْع بين مجالات مختلفة لا تمت بِصِلَةٍ لبعضها البعض جعلنا نفتقر إلى لغة تَوَاصُل مشتركة. ففي الاجتماعات الأولى التي عُقدت في المعمل، كِدْتُ أنْ أخرج عن شعوري، وأفقد أعصابي. كان أعضاء الفريق يتحدثون عن الشيء نفسه، مستعينين بمصطلحات مختلفة؛ فينال منهم الإحباط. وكانوا يتردّدون أيضًا في طرح أسئلةٍ قد تبدو ساذجة.

**كيف تغلّبتِ على هذه الصعوبات؟**

كتبتُ دستورًا معمليًّا يُقِرُّ بأننا جميعًا من خلفيّات مختلفة، وأنه ليس من المفترَض أنْ نفهم كل شيء، وأنه ينبغي علينا أن نطرح أسئلة. وحرصتُ على أنْ تكون صياغته مرحة، وقمنا بتحديثه حسب الحاجة.

**هل من الصعب الحصول على منحٍ فيدرالية لبحثِك متعدد الاختصاصات؟**

من الممكن أن يكون ذلك صعبًا. وأعتقد أن المؤسسات تودّ أن تُموِّل هذا النوع من العلوم، لكنها يجب أن تمرِّر تلك المنح على جماعات مراجعة، قد يكون من بينها مراجعون محافظون. ومع ذلك.. فقد حصلنا على منحة من «معاهد الصحة الوطنية الأمريكية» في عام 2010؛ لتمويل مركز جامعة كاليفورنيا للأنظمة والبيولوجيا التصنيعية بسان فرانسيسكو.

**لقد حصلتِ على منحتَيْن من مؤسسات خاصة. في رأيِك.. لماذا تروق أبحاثُكِ لتلك المؤسسات؟**

أُعجبتْ مؤسسةُ «ديفيد ولوسيل باكارد» في لوس ألتوس بولاية كاليفورنيا بمنهجنا البحثي الخاص بدراسة التنوُّع من خلية إلى أخرى، بينما راق لمؤسسة «عائلة بول ج. ألين» كيف استقر رأينا على فَهْم عمليات فكّ رموز التشفير، وإلغاء التشفير الوراثي، التي تسمح للخلايا بالبقاء في البيئات المعقدة. وأعتقدُ أنّ المؤسستين تفضِّلان تمويل المشروعات البحثية عالية الخطورة، التي تنطوي على إحداث تحوُّل محتمَل، ولا تكون جذابةً بالضرورة بالنسبة إلى المؤسسات التمويليّة.. فنحن لا نُجْرِي أبحاثًا عادية. ■

**أجرَتْ المقابلة: فيرجينيا جوين**



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

# الـوَبــاء

## دروس من الحياة

**كين ليو**

أجوبُ النهرَ بصحبة أمي؛ طلبًا للسَّمَك. الشمس على وشك الغروب، والسَّمَك يترنَّح في المياه. صيدٌ سهل.. السماء مخضَّبة باللون القرمزي الفاتح، وكذلك أمي، التي كانت بشرتها تتألق بألَقٍ خفيف، كأنَّ أحدهم لطَّخها بالدم.

حينئذ.. سقط رجلٌ ضخم الجثة في الماء من أعلى كومة من القصب، وسقط معه أنبوبٌ طويل ذو نهاية زجاجية. وبعدها تأكّدتُ أنه ليس ضخم الجثة كما ظننتُ في بداية الأمر، لكنه كان يرتدي بزة سميكة، وعلى رأسه صحن زجاجي.

رأتْ أمي الرجلَ يتحرك بتثاقل في الماء، كما لو كان سمكة تخوض النهر. قالت لي أمي: «هلم بنا يا مارن». لم أمتثل لأمْرِها. وبعد دقيقة واحدة، لم يكن الرجل يتحرك كثيرًا. لقد كان يكافح للوصول إلى الأنبوب المثبَّت على ظهره.

قلت لأمي: «إنه يعجز عن التنفس».

ردَّتْ أمي: «إنَّك لا تستطيع مساعدته.. فالهواء والماء وكل شيء هنا سَامٌّ لِبَني جنسه».

أسير باتجاهه، وأميل ناحيته، وألقي نظرة على وجهه عبر الصحن الزجاجي؛ فلا أرى جلدًا له على الإطلاق. إنه من القبة.

ملامحه البشعة تنمّ عن الرعب. أميل ناحيته أكثر، وأزيح عنه الأنابيب المثبَّتة بظهره.

ليتني لم أفقد الكاميرا الخاصة بي. لا تَسَع الكلمات أن تعبِّر عن الطريقة التي يتراقص بها الضوء المنبعث من النار المُضْرَمَة على أجسادهم اللامعة. وتبدو أطرافهم المشوّهة وأجسادهم الهزيلة وتشوهاتهم المُفْجِعَة وكأنها تختفي وتتبخّر بطريقة نبيلة في الظلال المتمايلة التي تجعل قلبي يَئِنّ حزنًا.

الفتاةُ التي أنقذتْ حياتي قدمتْ لي وجبةً في صحن، ربما كانت سَمَكًا.. فقَبِلْتها منها مُمْتنًّا.

أخرجت طقم تطهير الميداني، وبعثرت الجسيمات الآلية الدقيقة على الطعام. إنّ هذه الجسيمات مصمَّمة بحيث تتحلل، بعد أن تؤدي الغرض المنشود منها. ما مِنْ شيء يضارع الرعب الذي تَفَشَّى وخرج عن السيطرة، وجعل العالم مكانًا لا يصلح للحياة...

وخوفًا من الإساءة إليها، قلتُ لها إنّ تلك الجسيمات مجرد «بهارات».

النظر إليها أشبه بالنظر في مرآة شبيهة بالروبوت. وبدلاً من وجهها، أرى انعكاسا مشوهًا لوجهي. من الصعب تفسير تعبير من التجاعيد والخطوط المتقاطعة الباهتة بهذا السطح الأملس، لكنني أعتقد أنها مرتبكة.

أطلقتْ صفيرًا ونَخْرًا، إذ قالت: «أمي تقول إنه طُعم لك مسموم». لست بصدد إصدار أحكام على مقاطعها المؤوَّلة، وتعبيراتها التي تفتقر إلى أبسط قواعد اللغة؛ فأي شخص سَقيم يكافح لكي يشق طريقه ويبحث عن قوت يومه في البرية لن ينطق شعرًا، أو يفكر بمنطق فلسفي. كانت تقصد أنّ «أمي تقول إنّ الطعام سامٌّ بالنسبة لك».

قلت لها: «البهارات تجعله آمنًا».

وإذ قمتُ بإقحام الطعام المُطَّهر داخل أنبوب التغذية على جانب الخوذة؛ تموَّج وجهها بموجات صغيرة، فتكسَّرَ انعكاس صورتي إلى رُقَع زاهية الألوان.

تبتسم ابتسامة عريضة.



JACEY

لا يثق الآخرون في الرجل الآتي من القبة، إذ يجوب القرية خلسة في حُلَّتِه العجيبة.

«يقول إن قاطني القبة يخشوننا، لأنهم لا يفهموننا. وهو يودّ أن يغيِّر هذا الوضع».

تضحك أمي ضحكةً أشبه بفقاعات الماء حين تصطدم بالصخور، ويتغير ملمس جلدها؛ فينكسر الضوء المنعكس عليه إلى أشعة مسنَّنة سريعة الانكسار.

الرجل منبهرٌ بالألعاب التي أمارسها، فيرسم خطوطًا على بطني وفخذي وصدري بعصا، والجلد يتموج ويرتفع، ليتبع حركة يده. يدوِّن كل شيء يقوله أيٌّ منا.

ويسألني إنْ كنتُ أعرف هَويّة أبي.

أحدِّث نفسي بأنّ القبة لا بد أنها مكان عجيب.

أجيبه قائلةً: «لا.. ففي الاحتفالات ربع السنوية يتمايل الرجال والنساء معًا، فيقوم الجلد بتوجيه البذور في أي اتجاه يشاء».

يُعرِب لي عن أسفه وأَسَاه.

أقول متعجبة: «لماذا؟»

من الصعب بالنسبة لي أن أدرك ما يجول بخاطره، لأن وجهه العاري لا يعبِّر كما يعبِّر الجلد.

يجيب قائلاً: «كلّ هذا». ويحرك ذراعه حركةً سريعة برِفْق حولي.

عندما تفشَّى الوباء منذ 50 عامًا، أتت الجسيمات الآلية الدقيقة والمطورات الحيوية على جلد البشر والسطح الخارجي لحلقهم، والأغشية الدافئة الرطبة التي تغطي كل فتحة في أجسادهم.

وبعدها حلّ الوباء محلّ الجلد المفقود؛ وغطى أجساد البشر من الداخل والخارج، كالطحالب التي قوامها جسيمات آليّة صغيرة ومستعمرات من البكتيريا.

أمّا أجدادي الأثرياء، فقد عزلوا أنفسهم بأسلحتهم، وأنشأوا قِبابًا، ومنها راقبوا بقية اللاجئين وهم يلقون حتفهم بالخارج.



تَمَكَّنَ البعض من الصمود. وتغيرت الطفيليّات الحيّة، حتى إنها سمحت لمضيفها بتناول الفاكهة المعدَّلة، واحتساء المياه السامة، واستنشاق الهواء السام.

في القبة، لا يكف الناس عن إطلاق النِّكات عن المنكوبين بالوباء. والمغامرون منهم يُقْدِمُون بين الحين والآخر على التبادل التجاري معهم. كان هناك اتفاق ضمني بين الجميع أن هؤلاء المنكوبين لم يبقوا بشرًا بعد. وزعم البعض أن المصابين بالوباء راضون عن حالهم هكذا.. لكنّ هذا محض تعصُّب ومحاولة للتهرب من المسؤولية. مصادَفة مَوْلد وضعتني داخل القبة، وبمصادَفة أخرى وُلدت هي بالخارج. لا لوم عليها، لأنها تأكل جلدها المشوه، بدلاً من أنْ تتأمل الأفكار الفلسفية، وليس خطأها أن كلامها تتخلله أصوات غريبة، بدلاً من البلاغة وحُسْن المنطق، ولا أنها لا تفهم الحب العائلي، بل الشوق الحيواني الغريزي للعاطفة.

نحن أهل القبة يجب أن ننقذها مما هي فيه.

سألته: «هل تريد أن تنتزع جزءًا من جلدي؟»

«نعم، لكي أجد دواءً لك، ولأمك، ولكل المصابين بالوباء».

أعرفه معرفةً وثيقة الآن، لدرجة أنني أثق في صِدْق مسعاه. ولا أكترث بأنّ جلدي جزءٌ منِّي، مثل أُذْني تمامًا. فهو يعتقد أن سلخ جلدي وتشويهي وتعريتي سيساعد على تحسُّن حالتي.

«مِنْ واجبنـا مدُّ يد العون إليك».

هو يرى سعادتي تعاسةً وبؤسًا، واستغراقي في التفكير اكتئابًا، وأمنياتي وَهْمًا وسَرَابًا. مِن العجيب أن الرجل لا يرى سوى ما يودّ أن يراه فحسب. هو يودّ أن يجعلني مثله تمامًا، لأنه يعتقد أنه أفضل منِّي. بادرته بحركة سريعة، والتقطت حَجَرًا؛ وهشَّمتُ صحنه الزجاجي الذي يحيط برأسه. وبينما كان يصرخ، لمستُ وجهه، وشاهدت الجلد يتلوّى على يدي، متسللاً إليه، ليغطي جسده كله.

أمي على حق. هو لم يأتِ ليتعلم، ولكنني يجب أن أعلِّمه على أية حال. ■

**كين ليو** مؤلف ومترجم لروايات الخيال العلمي التي تستشرف المستقبل. ولمزيد من المعلومات عن أعماله، يرجى زيارة الموقع التالي على شبكة الإنترنت: http:// kenliu.name، أو متابعته على تويتر @kyliu99.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية